Travaux publics Canada
Bureau des programmes solaires

# ATELIER D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

## MANUEL DU COURS

Mars 1984

**Information et aide:**

R. Culham
Ingénieur - transfert
technologique
Bureau des programmes
solaires
Immeuble Sir Charles Tupper
Confédération Heights
Ottawa K1A 0M2

(613) 998-3641

Le présent document ne constitue pas une publication du Ministère. Il ne doit pas être cité en référence ou catalogué en bibliothèque.

Ce manuel de cours a été préparé par:

Clemann, Large, Patterson et associés Ltée
Ottawa (Ontario)

sous contrat: 330-61-11

pour le Bureau des programmes solaires
de Travaux publics Canada

## CONTENU

1. Systèmes en boucle fermée
2. Systèmes de chauffage indirect à vidange temporaire
3. Systèmes en boucle fermée de moyenne à grande capacité
4. Systèmes à vidange temporaire de moyenne à grande capacité
5. Systèmes à tubes sous vide

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL

## ÉTAPE I - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE

## ASSISTÉ PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE

RÉVISÉ EN MARS 1984

MONITORAGE OPÉRATIONNEL

ÉTAPE I - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE

ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

TABLE DES MATIÈRES


| | PAGE |
|---|---|
| INTRODUCTION | 1 |
| ORGANISATION DU MONITORAGE | 2 |
| A) SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE | 5 |
| 1. Description générale des systèmes | 5 |
| 2. Composants du système | 12 |
| 3. Caloporteur | 25 |
| Tableau des problèmes de fonctionnement | 55 |
| 4. Lignes directrices pour l'instrumentation | 26 |
| a) Manomètre | 27 |
| b) Thermomètre dans la boucle fermée | 30 |
| c) Thermomètre dans le circuit secondaire (eau domestique) | 32 |
| d) Prises Peterson | 33 |
| e) Indicateur d'écoulement dans la boucle fermée | 34 |
| f) Chronographe (temps écoulé) pour la pompe de la boucle fermée | 35 |
| g) Vase à trop-plein de la soupape de décharge | 36 |
| h) Indicateur de température élevée à la sortie des capteurs | 36 |
| i) Soupape de décharge température/pression au réservoir de stockage | 38 |
| j) Protection automatique contre le gel | 39 |
| SCHÉMA DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE (modèle à pompe unique) | 41 |
| SCHÉMA DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE (modèle à deux pompes) | 42 |
| 5. Vérification de la performance du système | 43 |
| 6. Directives concernant le monitorage opérationnel et l'entretien | 45 |
| LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR | 47 |
| CALENDRIER D'ENTRETIEN | 48 |
| TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT | 56 |
| LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR | 59 |
| 7. Caractéristiques des instruments recommandés | 66 |
| 8. Coûts de l'instrumentation - avec installation | 68 |
| 9. Réfractomètre | 70 |

## SCHÉMAS

PAGE

SCHÉMA DU CABLAGE ÉLECTRIQUE---------- 71

DÉTAIL D'INSTALLATION - prise Peterson---------- 72

DÉTAIL D'INSTALLATION - prise Peterson avec thermomètre---------- 73

INDICATEUR DE LA TEMPÉRATURE MAXIMALE ATTEINTE A LA SORTIE DES CAPTEURS---------- 74

## INTRODUCTION

Le but du monitorage opérationnel est de fournir des moyens de garantir:

- que le système de chauffage solaire fonctionne conformément à sa conception;
- que les problèmes de fonctionnement et les pannes sont détectés le plus rapidement possible;
- que des mesures soient prises avant que des dommages sérieux ne se produisent et que des réparations coûteuses ne s'avèrent nécessaires;
- que le système aura une longue durée de vie;
- que les coûts à long terme de fonctionnement et d'entretien sont réduits au minimum;
- que l'entretien s'effectue à intervalles réguliers et déterminés.

## ORGANISATION DU MONITORAGE

Lors de l'établissement des méthodes de monitorage pour les systèmes autonomes de chauffage solaire, on doit prendre en considération ce qui suit:

- L'appareillage doit être fondamental et peu coûteux.

- Le personnel sans formation technique, tel que le personnel d'entretien du bâtiment, doit pouvoir faire les inspections régulières et établir des diagnostics simples.

- Un programme d'entretien périodique doit comprendre un calendrier des travaux d'entretien ainsi que des listes de points de vérification.

- Le personnel sans formation technique, tel que le personnel d'entretien du bâtiment, doit pouvoir prendre les mesures correctives ou autres qui s'imposent.

- Des relevés simples doivent être faits régulièrement et être examinés de façon plus approfondie par un technicien qui en tirera un diagnostic.

- Des mesures doivent être prises pour qu'il soit possible de brancher facilement les instruments de précision requis pour la mise en service, le réglage de précision, le dépannage et la vérification du rendement par le personnel technique.

## MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

## ÉTAPE 1 - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

### SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE

#### Types de systèmes

Les publications de l'Association des industries solaires du Canada décrivent les trois catégories suivantes de systèmes autonomes de chauffage de l'eau domestique assistés par énergie solaire:

A) Les systèmes en boucle fermée
B) Les systèmes à vidange temporaire et les systèmes sous pression à vidange temporaire

Ce volume ne traite que des systèmes à boucle fermée (A).

Les systèmes suivants sont compris dans cette catégorie:

Nortec/Norsun Solar Industries Incorporated
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 17)

Tempspec Specialties Mfg. Ltd.
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 18)

Sun-Ray Solar Systems Limited
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 20)

Types de systèmes (suite)

Petro-Sun Incorporated
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 22)

Sol-Can Limited
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 23)

Solatherm Incorporated
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 27)

Amherst Renewable Energy Limited
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 28)

Modèles TDA150, 225 et 300 de Thermo Dynamics

## A) Système en boucle fermée

### 1) Description générale des systèmes

A l'exception de certaines variantes mineures, les principes de base et le fonctionnement de ces systèmes sont semblables. Ces systèmes de chauffage sont de type primaire-secondaire.

Le circuit primaire est composé d'une boucle sous pression qui contient un antigel, lequel remplit la fonction de fluide caloporteur qui est circulé dans les capteurs solaires et l'échangeur de chaleur. Le fluide caloporteur contenu dans le circuit primaire est refoulé par une pompe chaque fois qu'on dispose de la chaleur nécessaire pour chauffer l'eau domestique. Le circuit secondaire comprend l'eau domestique qui est contenue dans le réservoir de stockage et qui traverse ce réservoir ou l'échangeur de chaleur.

Certains systèmes se distinguent des autres par le fait que l'échange de chaleur se produit dans un faisceau de tubes doubles à contre-courant, à circulation forcée dans les circuits primaire et secondaire. Il existe maintenant une variété d'échangeurs de chaleur à double paroi qui assurent une protection supplémentaire contre la contamination mutuelle des circuits de glycol et d'eau domestique.

Tous les systèmes sont commandés par une commande MARCHE-ARRÊT à différentiel de température avec des détecteurs placés sur la sortie du capteur ou près de celle-ci et au réservoir d'eau domestique ou à l'intérieur de celui-ci. Les pompes sont mises en marche

A) Système en boucle fermée (suite)

1) Description générale des systèmes (suite)

par un différentiel de température réglable sur un écart T de 8°C à 11°C et sont arrêtées par un différentiel de température réglable sur un écart T de 1,5°C à 3°C.

Bien que les principes de base et le fonctionnement de tous les systèmes soient semblables, il y a certaines différences dans la fonction et l'emplacement des composants qui font partie du circuit hydronique, telles que l'emplacement du réservoir d'expansion de la pompe, l'emplacement et le réglage de la soupape de décharge ainsi que l'emplacement de l'échangeur de chaleur et du clapet de retenue.

La relation entre l'emplacement du réservoir d'expansion et celui de la pompe a une influence sur la pression minimale admissible (pression de remplissage) de la boucle fermée ainsi que sur le volume que peut recevoir le réservoir d'expansion. La pression de remplissage des systèmes dont le résevoir d'expansion est situé du côté refoulement de la pompe doit être supérieure à celle des systèmes dont le réservoir d'expansion est situé du côté aspiration de la pompe. Afin de réduire au minimum les risques de contamination mutuelle de l'antigel (solution propylène glycol et eau) et de l'eau potable, il est souhaitable de maintenir la pression à l'intérieur de la boucle primaire au plus bas niveau possible et sous celle de la boucle secondaire. Étant donné que la pression manométrique de l'eau fournie par la municipalité varie habituellement entre 275 et 485 kPa (40 et 70 $lb/po^2$),

A) Système en boucle fermée (suite)

1) Description générale des systèmes (suite)

la pression dans la boucle fermée doit être maintenue sous ce niveau.

Remarque: Dans la documentation antérieure portant sur des systèmes autonomes particuliers, on indiquait que le réservoir d'expansion devait être relié au côté refoulement de la pompe de circulation. Dans une installation de ce type, la hauteur de refoulement agissait de façon négative; la pression de remplissage du système devait donc être élevée en conséquence.

Il est recommandé de placer les réservoirs d'expansion des systèmes autonomes du côté aspiration de la pompe afin de réduire au minimum les pressions de service à l'intérieur de la boucle fermée.

La pression minimale admissible (pression de remplissage) est fixée par l'Entrepreneur lors de la mise en service quand la boucle fermée est chargée d'antigel. A ce moment, la température du fluide se situe habituellement entre 4°C et 30°C.

Puisque tous les systèmes autonomes sont munis du même réservoir d'expansion à membrane (EXTROL S-15), la pression qui sera atteinte quand la boucle solaire sera à sa température maximale (ex. 90°C) dépendra du volume d'antigel contenu dans la boucle primaire et de la pression de remplissage établie à l'origine pour cette installation particulière.

A) Système en boucle fermée (suite)

1) Description générale des systèmes (suite)

Les graphiques suivants montrent les relations entre la température et la pression dans les systèmes en boucle fermée typiques, pour des bâtiments à un, deux et trois étages.

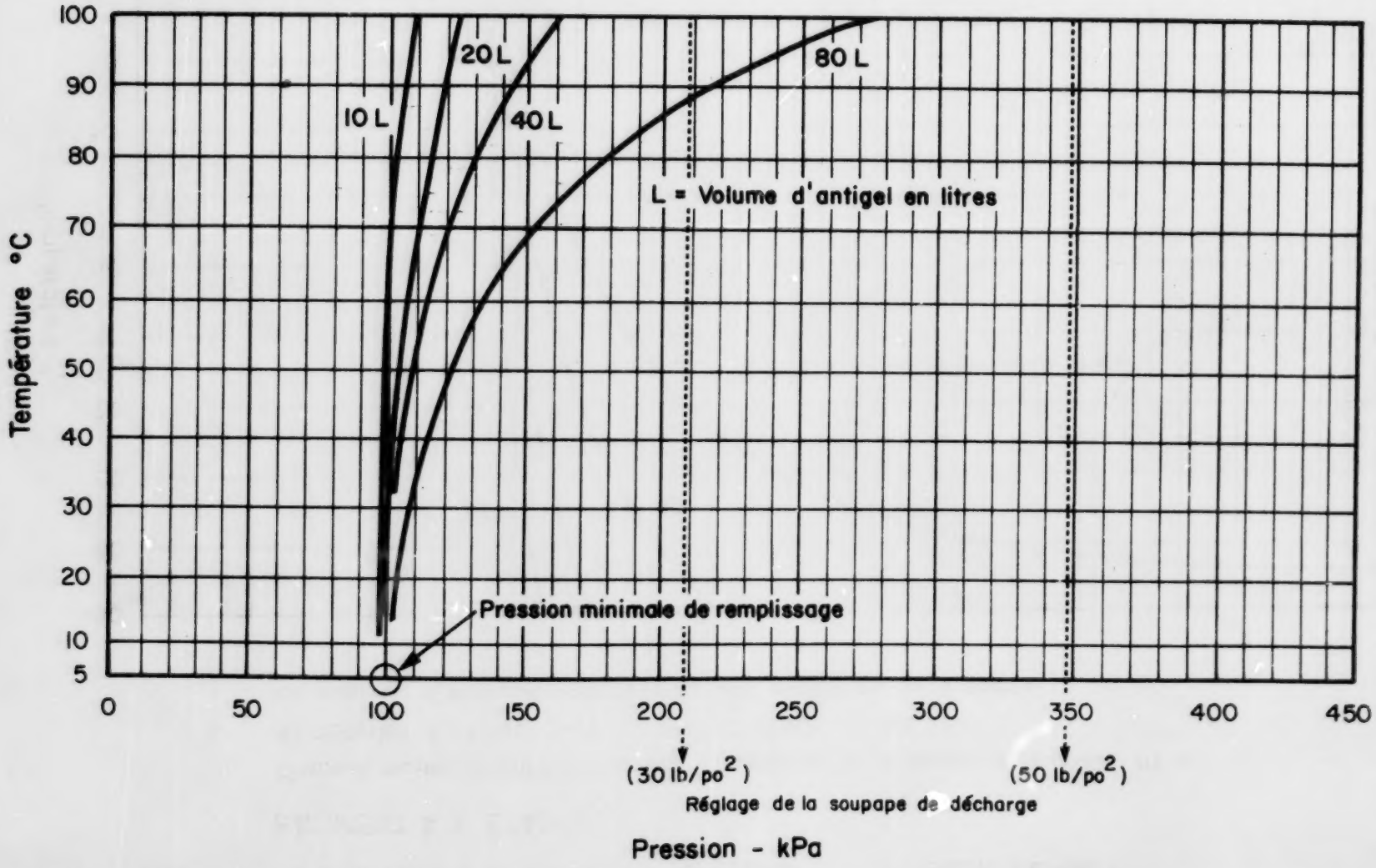
On peut constater que les systèmes pour résidences à un étage dont la tuyauterie qui relie l'échangeur et les capteurs est très directe et dont les volumes d'antigel sont abaissés en conséquence, auront des pressions résultantes considérablement plus basses que celles des systèmes pour bâtiments à étages dont la tuyauterie est très longue.

Remarque: On fixe la pression minimale de remplissage en ajoutant à la hauteur d'élévation du système une marge sûre de mise sous pression. Dans les tableaux suivants, on a utilisé une composante de mise sous pression de 35 kPa (5 lb/po$^2$). Cette composante doit être considérée comme le niveau minimal et la pression minimale de remplissage devrait être augmentée de 30 kPa à 50 kPa lorsque le volume d'antigel et la hauteur d'élévation du système le permettent, comme on peut le déterminer à partir des graphiques suivants. Ces graphiques indiquent également la relation entre le réglage de la soupape de décharge et les réactions à la pression de différents systèmes particuliers.

Relation entre la température et la pression BOUCLE FERMÉE

## BÂTIMENT À UN ÉTAGE

**Distance maximale entre le réservoir d'expansion et le dessus du capteur: 6,7 m**
**RÉSERVOIR EXTROL S-15 PRÉ-CHARGÉ A 85 kPa**
**Le réservoir d'expansion est relié au côté aspiration de la pompe.**



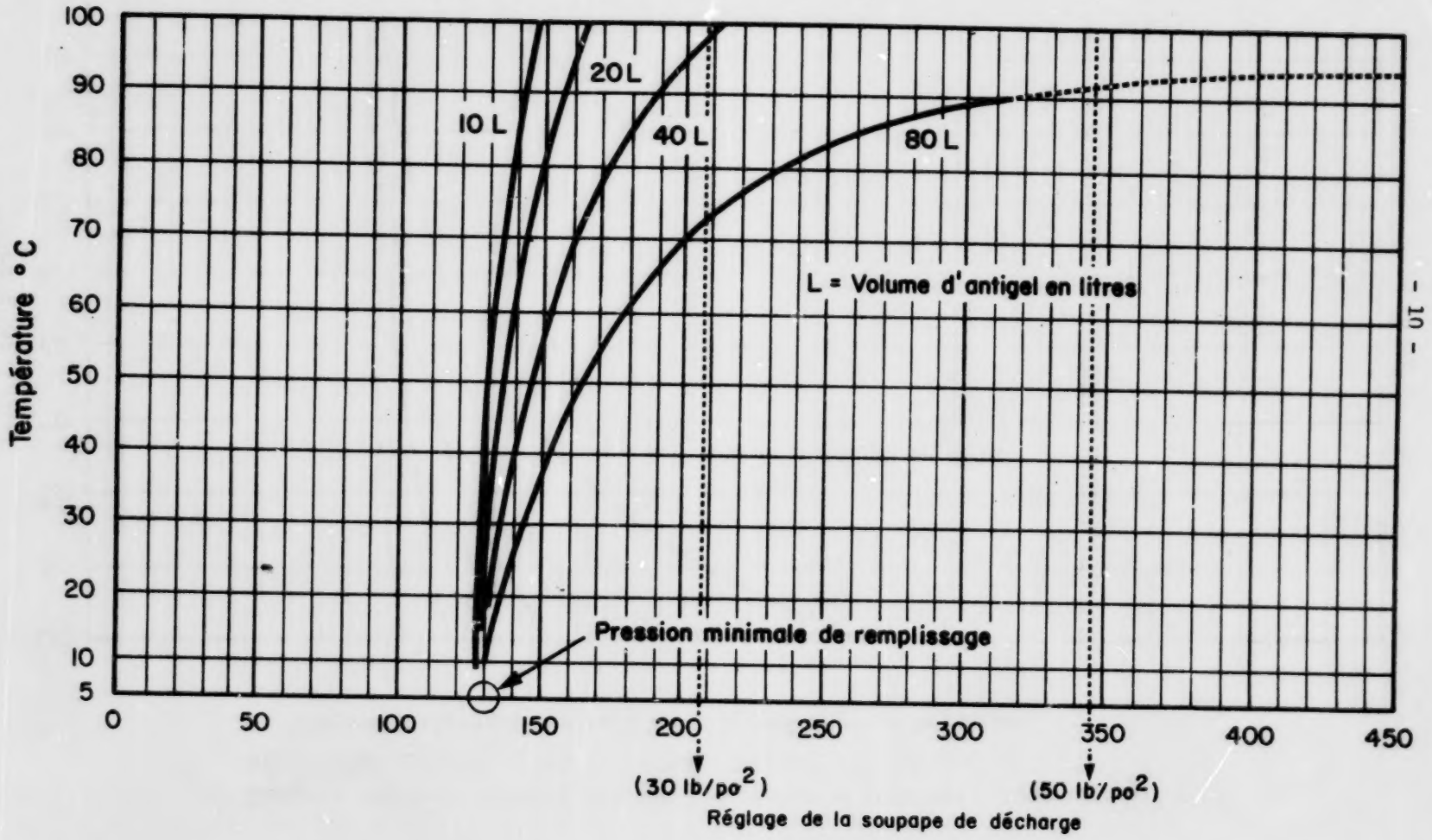
Relation entre la température et la pression BOUCLE FERMÉE

BÂTIMENT À 2 ÉTAGES

Distance maximale entre le réservoir d'expansion et le dessus du capteur: 10 m

RÉSERVOIR EXTROL S-15 PRÉ-CHARGÉ À 85 kPa

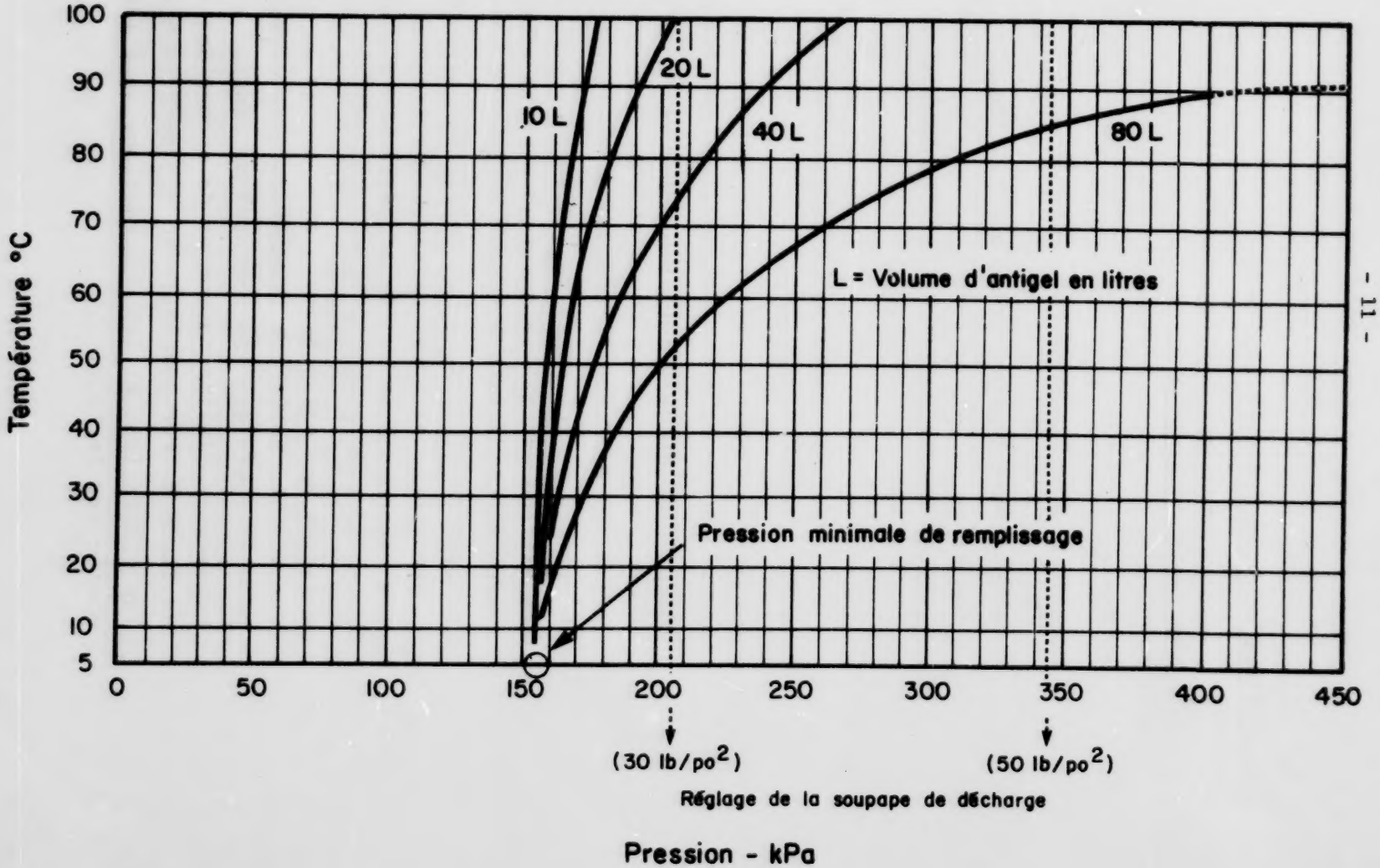
Le réservoir d'expansion est relié au côté aspiration de la pompe.



Relation entre la température et la pression BOUCLE FERMÉE

BÂTIMENT À 3 ÉTAGES

Distance maximale entre le réservoir d'expansion et le dessus du capteur : 12,8 m
RÉSERVOIR EXTROL S-15 PRÉ-CHARGÉ À 85 kPa
Le réservoir d'expansion est relié au côté aspiration de la pompe.



A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système

a) Capteurs

Les capteurs solaires (dont on traite dans ce manuel et qui sont fournis avec tous les ensembles de chauffage par énergie solaire de l'eau domestique) ont une configuration plane. La chaleur est absorbée par une surface noircie à laquelle est fixé solidement un circuit de fluide en forme de collecteur en cuivre ou en forme de serpentin. La surface noire, appelée absorbeur, absorbe de la chaleur lorsqu'elle est exposée au soleil; le fluide se réchauffe en circulant dans les canalisations et transmet l'énergie solaire (chaleur) à l'eau domestique dans le circuit en boucle fermée (circuit primaire) et dans l'échangeur de chaleur.

- L'arrière et les côtés de l'absorbeur sont isolés et le vitrage est généralement un panneau simple de verre recuit à faible teneur en fer. L'espace compris entre l'absorbeur et le vitrage est ouvert à l'atmosphère au moyen de plusieurs trous d'aération.
- Les capteurs sont reliés en série par des accouplements en bronze ou par des raccords de tuyaux en silicone haute température avec brides en acier inoxydable, selon les recommandations du fabricant.
- On doit installer les montures de panneau et les raccordements d'alimentation et de retour des capteurs de façon à leur permettre un jeu suffisant exigé par les dilatations et les contractions de l'installation montée sur le toit.

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

a) Capteurs (suite)

- Tous les joints en cuivre entre les capteurs et dans la tuyauterie dans un rayon d'au moins 3 m des capteurs doivent être soudés à l'argent 95-5 (y compris les réparations) à cause de la température élevée des absorbeurs lors des périodes de stagnation et des tensions qui s'exercent sur les tuyaux lors de la dilatation et de la contraction.
- Lorsque l'inclinaison des capteurs est de 60° ou plus, la neige ne reste pas entassée assez longtemps pour que ces accumulations deviennent un problème. Dans certaines régions, il peut cependant s'avérer nécessaire d'enlever la neige accumulée sur la surface des capteurs, lorsque leur angle d'inclinaison est inférieur à 60°.
- Sous certaines températures extérieures, il peut se produire de la condensation derrière le vitrage. Elle disparaîtra rapidement après que les capteurs auront été exposés aux rayons directs du soleil. Si la condensation ne disparaît pas au cours des périodes d'ensoleillement, on doit vérifier les trous d'aération et s'assurer que les capteurs sont ventilés de manière adéquate. Lorsque les capteurs recouvrent entièrement le toit, on doit prendre les moyens nécessaires pour assurer une bonne ventilation.

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

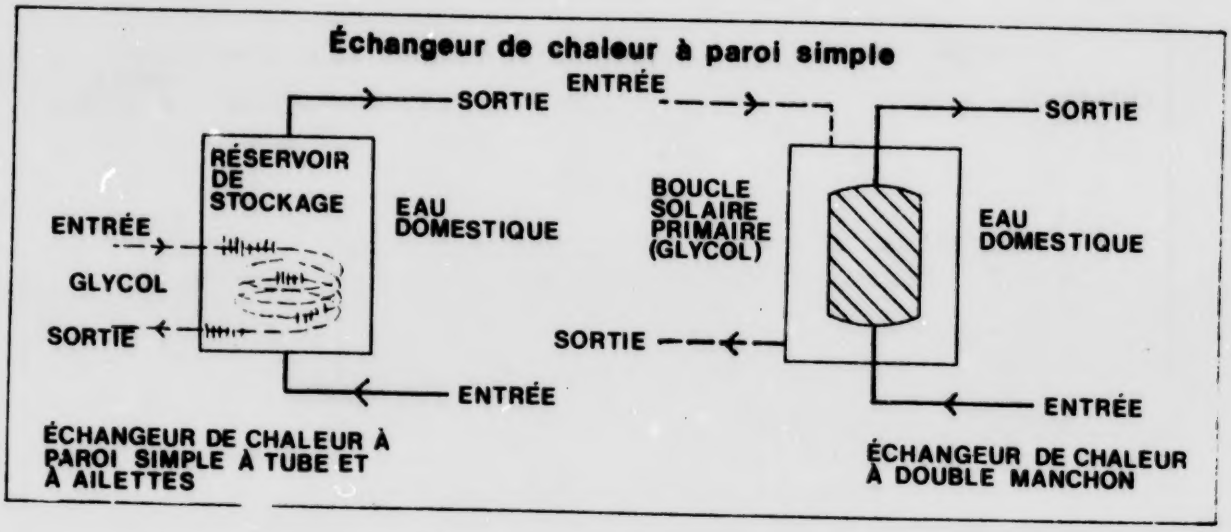
a) Capteurs (suite)

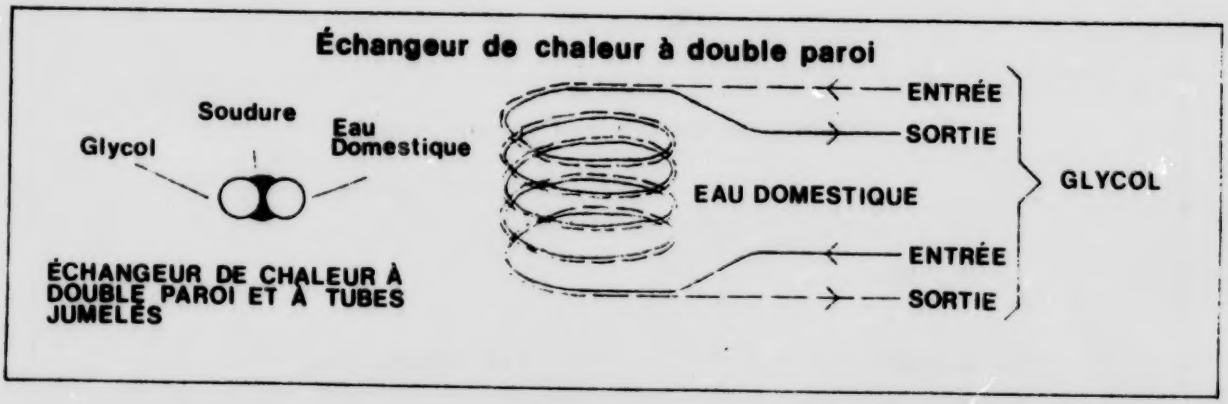
- La contamination de la surface de l'absorbeur peut être un problème dans les régions poussiéreuses et sèches étant donné qu'une mince couche de poussière peut avoir un effet négatif sur le rendement du système. Il peut s'avérer nécessaire de démonter le vitrage du capteur et de nettoyer la surface de l'absorbeur plusieurs fois au cours de la durée de vie active du système.
- Il peut être nécessaire de nettoyer le vitrage du capteur selon les conditions du milieu ambiant; pour plusieurs installations, le nettoyage naturel fait par la pluie gardera les capteurs dans un état de propreté suffisant.

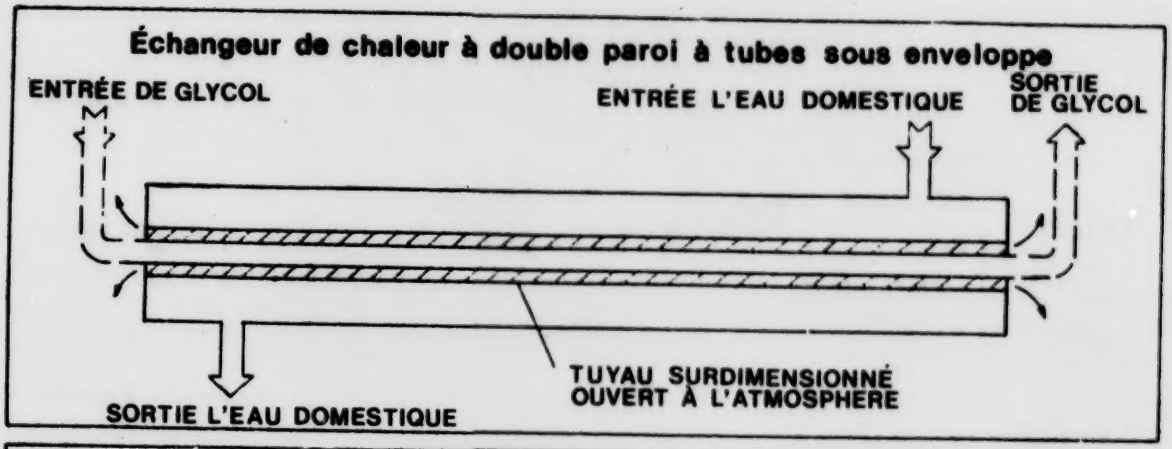
Le calorifuge des tuyaux de la canalisation d'alimentation et de retour du capteur exposés à l'extérieur doit être muni d'une enveloppe étanche à l'eau. Un type de calorifuge qui, de par sa nature, n'absorbe pas l'eau s'est avéré le plus approprié pour cette utilisation.

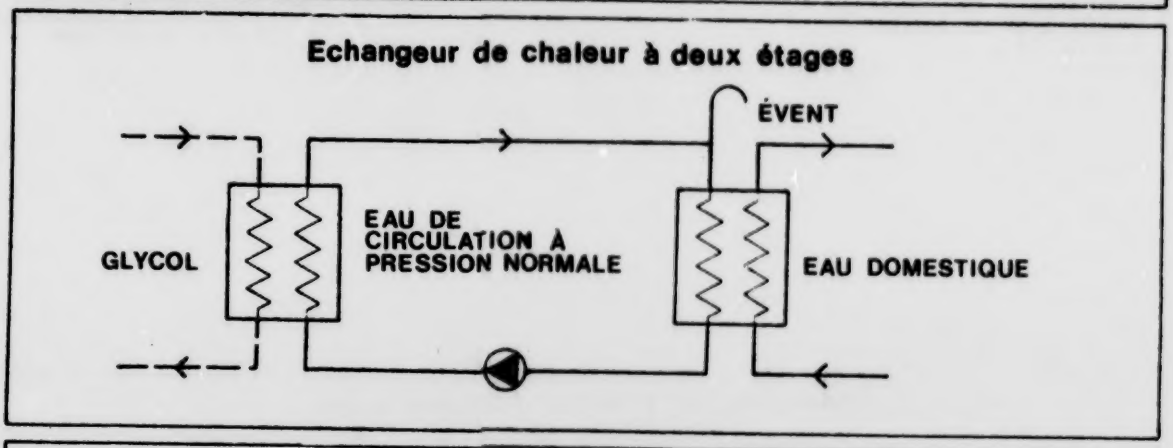
b) Échangeurs de chaleur

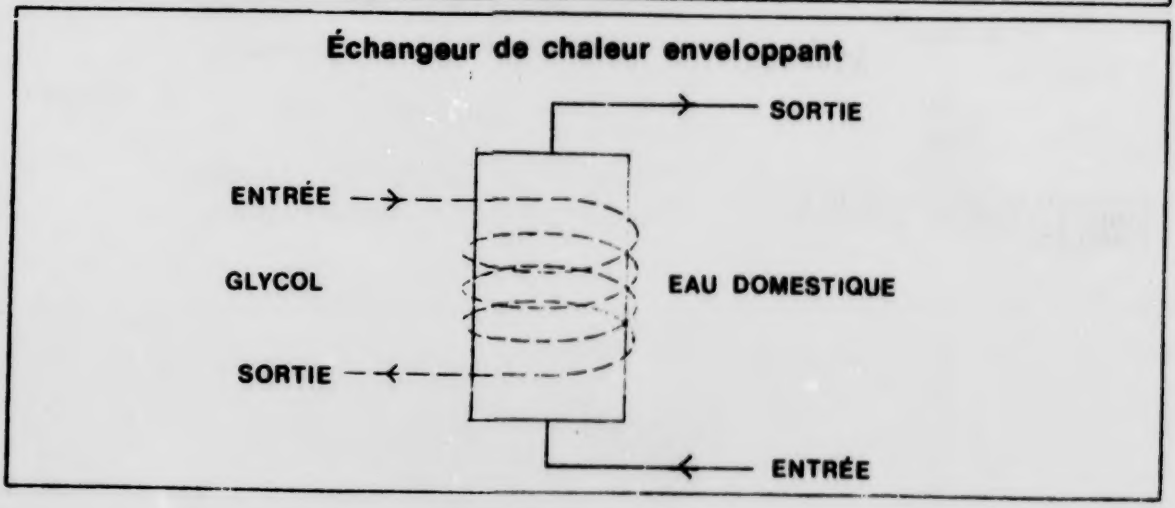
On peut maintenant se procurer une variété d'échangeurs de chaleur chez les fabricants d'équipement pour systèmes à énergie solaire.


Échangeur de chaleur à paroi simple
SORTIE
ENTRÉE
RÉSERVOIR DE STOCKAGE
EAU DOMESTIQUE
ENTRÉE
GLYCOL
SORTIE
ENTRÉE
ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PAROI SIMPLE À TUBE ET À AILETTES
ENTRÉE
SORTIE
BOUCLE SOLAIRE PRIMAIRE (GLYCOL)
EAU DOMESTIQUE
SORTIE
ENTRÉE
ÉCHANGEUR DE CHALEUR À DOUBLE MANCHON


Échangeur de chaleur à double paroi
Soudure
Glycol
Eau Domestique
ÉCHANGEUR DE CHALEUR À DOUBLE PAROI ET À TUBES JUMELÉS
ENTRÉE
SORTIE
EAU DOMESTIQUE
ENTRÉE
SORTIE
GLYCOL


Échangeur de chaleur à double paroi à tubes sous enveloppe
ENTRÉE DE GLYCOL
ENTRÉE L'EAU DOMESTIQUE
SORTIE DE GLYCOL
TUYAU SURDIMENSIONNÉ OUVERT À L'ATMOSPHÈRE
SORTIE L'EAU DOMESTIQUE


Echangeur de chaleur à deux étages
ÉVENT
GLYCOL
EAU DE CIRCULATION À PRESSION NORMALE
EAU DOMESTIQUE


Échangeur de chaleur enveloppant
SORTIE
ENTRÉE
GLYCOL
EAU DOMESTIQUE
SORTIE
ENTRÉE

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

b) Échangeurs de chaleur (suite)

Dans beaucoup de régions, les codes de plomberie locaux n'autorisent pas l'utilisation d'échangeur de chaleur à simple paroi même si le propylène glycol est utilisé comme antigel. Même si l'on considère le propylène comme étant relativement peu toxique s'il est absorbé en petite quantité, les additifs (tels que l'inhibiteur de corrosion et l'agent antimousse) ne sont pas classés comme étant "comestibles". Dans certaines régions, les codes de plomberie locaux autorisent l'utilisation d'éthylène glycol dans les échangeurs de chaleur à double paroi. Cet antigel est avantageux à bien des égards: il est facile de se procurer de l'éthylène glycol; cet antigel est moins coûteux et permet un transfert de chaleur plus efficace.

c) Pompes de circulation

La pompe de circulation située dans la boucle fermée peut être de construction standard mais lorsqu'une pompe fait partie d'un circuit où passe l'eau domestique, elle doit être garnie de bronze.

Lorsqu'il n'y a pas d'air dans le système, la pompe fonctionne silencieusement.

Les pompes installées horizontalement peuvent, au début, prendre un certain temps à purger l'air de la spirale. L'équilibrage du fluide de la boucle fermée

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

c) Pompes de circulation (suite)

ne doit être fait que lorsque tout l'air a été évacué; la présence d'air, même en petite quantité, peut avoir une influence appréciable sur le rendement de la pompe.

d) Réservoir d'expansion

La plupart des systèmes sont équipés d'un réservoir d'expansion à membrane EXTROL modèle S-15. Ce réservoir peut contenir un volume de 3,0 L (et non 3,8 L comme l'affirment beaucoup de fabricants de systèmes à énergie solaire) et est généralement pré-chargé à l'air à une pression de 85 kPa. Avant de remplir le système avec de l'antigel, on doit vérifier la pression d'air à l'intérieur du réservoir d'expansion avec un manomètre et le recharger à 85 kPa (12 lb/po$^2$), s'il le faut.

Après que le système a été rempli avec le glycol, la pression d'air à l'intérieur du réservoir d'expansion sera automatiquement équivalente à celle mesurée dans la boucle fermée, à la même élévation. Toute vérification de la pression de pré-charge du réservoir d'expansion n'est, par conséquent, valide que lorsque le système est complètement vidangé. La membrane du réservoir d'expansion doit être faite de EPDM, un matériau qui est compatible avec le propylène glycol.

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

d) Réservoir d'expansion (suite)

La pression nominale maximale de service du modèle EXTROL S-15 est de 520 kPa (75 lb/po$^2$); il représente habituellement le composant du système qui a la pression de service la plus basse. Pour cette raison, le réglage maximal de la soupape de décharge doit être de 520 kPa (75 lb/po$^2$).

Dans certaines provinces, les codes n'autorisent pas l'utilisation de réservoir d'expansion S-15 dans des systèmes dont les pressions de service sont supérieures à 210 kPa (30 lb/po$^2$); de tels systèmes requièrent des réservoirs conformes aux normes de l'ASME construits comme des réservoirs de pression.

e) Soupapes de décharge

Le système en boucle fermée et ses composants sont protégés contre les augmentations excessives de pression par une soupape de décharge. Plusieurs facteurs peuvent influencer le choix ou le réglage de la soupape de décharge:

1. Le réglage maximal de la soupape de décharge ne doit dépasser la pression nominale maximale de service d'aucun composant du système (par exemple: le réservoir d'expansion EXTROL S-15, fourni normalement avec les ensembles de système à énergie solaire, est conçu pour une pression de

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

e) Soupapes de décharge (suite)

service maximale de 520 kPa (75 lb/po$^2$).

2. Dans certaines provinces, le réservoir EXTROL modele S-15 ne peut être utilisé qu'à des pressions inférieures à 210 kPa (30 lb/po$^2$). Les systèmes dont les pressions de service dépassent 210 kPa (30 lb/po$^2$) doivent être munis de réservoirs d'expansion conformes aux normes de l'ASME. Par conséquent, le réglage de la soupape de décharge pour une utilisation avec un EXTROL S-15 doit être limité à 210 kPa pour ces régions.

3. Afin de protéger de la contamination le circuit où passe l'eau domestique, il est recommandé (lorsqu'on utilise des échangeurs de chaleur à simple paroi) de maintenir la pression dans le circuit du glycol au plus bas niveau possible. En connaissant la hauteur de l'installation et la quantité de fluide, on peut fixer le réglage le plus bas possible pour la soupape de décharge à l'aide des graphiques "Relations entre la pression et la température".

Important

Toutes les parties du système doivent être protégées contre le risque d'établissement d'une

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

e) Soupapes de décharge (suite)

pression excessive. Lorsque la boucle du capteur est munie de robinets d'arrêt ou de soupapes d'équilibrage sur canalisations d'alimentation et de retour, qui permettent une isolation complète de la source de chaleur (capteur), on doit installer une soupape de décharge supplémentaire dans cette partie isolée du circuit du capteur.

f) Clapet de retenue

Le clapet de retenue du circuit primaire remplit une fonction importante. Il empêche l'écoulement inverse par gravité (qui pourrait se produire lors des périodes où la pompe est arrêtée et où le liquide est à une température supérieure à celle de l'extérieur), ce qui entraînerait des pertes d'énergie.

Le clapet de retenue peut être installé presque n'importe où à l'intérieur de la boucle; une position verticale en amont est préférable. REMARQUE: Si le clapet de retenue est situé dans la canalisation d'alimentation du capteur, la soupape d'équilibrage doit être située dans cette même canalisation.

g) Évent

L'évent automatique à flotteur installé au sommet de la boucle primaire doit toujours être muni d'un

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

g) Évent (suite)

robinet d'arrêt. Lorsque tout l'air a été purgé de la boucle (après la mise en service et le démarrage), l'évent doit être isolé du circuit. Un évent automatique actif à flotteur peut expulser vers l'atmosphère les vapeurs d'antigel au cours des périodes de stagnation; en d'autres temps, il agit comme un reniflard.

Par conséquent, afin d'obtenir de meilleurs résultats, on doit isoler ou enlever l'évent automatique installé au sommet de la boucle, après la mise en service du système.

Certains système autonomes comprennent des évents automatiques et des purgeurs d'air supplémentaires, installés directement en amont de la pompe de circulation. Un évent automatique à cet emplacement pourrait demeurer actif et ne devrait pas être isolé.

h) Soupape d'équilibrage du système

La soupape d'équilibrage du système est généralement un dispositif à simple levier et à billes. Elle doit être située dans la canalisation d'alimentation du capteur si le clapet de retenue est sur la canalisation d'alimentation et peut être située sur la canalisation d'alimentation au la canalisation de retour

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

h) Soupape d'équilibrage du système (suite)

du capteur si le clapet de retenue est sur la canalisation de retour. Il faut suivre cette règle rigoureusement afin de prévenir la possibilité d'isoler les capteurs de la soupape de décharge et, conséquemment, l'établissement incontrôlé d'une pression.

i) Commandes

Les commandes pour systèmes de chauffage solaires d'eau domestique, bien qu'elles varient quelque peu d'un fabricant à l'autre, sont toutes conçues pour fonctionner de la même manière. Aussi longtemps qu'il arrive suffisamment d'énergie solaire ou thermique sur les capteurs de façon à réchauffer le caloporteur à une température supérieure à celle du réservoir de stockage, la commande est réglée pour mettre en marche la (ou les) soupape(s) de circulation et rendre actif le système solaire de captage et de transmission de la chaleur.

La plupart des commandes fonctionnent à partir de la mesure d'un différentiel de température; la température à un détecteur à distance situé sur la sortie du panneau de capteurs, ou près de celle-ci, est comparée continuellement à la température qui existe à l'entrée d'eau froide du réservoir de stockage domestique, ou près de celle-ci. Si la différence de température est suffisante, le système

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

i) Commandes (suite)

est commandé à l'état de "marche". Le différentiel de "mise en marche" pour les systèmes à boucle fermée se situe généralement entre 8°C et 11°C et le différentiel "d'arrêt" se situe généralement entre 1°C et 3°C. Sur certaines commandes, ces points de consigne sont réglables et peuvent être étalonnés, alors que sur d'autres, les points de consigne sont scellés en usine.

Le cyclage rapide d'une commande indique habituellement que le différentiel d'arrêt est réglé trop petit ou que l'écoulement d'eau est trop élevé, alors que des cycles trop espacés indiquent que le différentiel peut être réglé trop large ou que l'écoulement d'eau est restreint.

L'unité de base de certaines commandes comprend d'autres caractéristiques standard, comme par exemple, les avertisseurs de haute et de basse températures et des verrouillages du système (des caractéristiques intéressantes si ces dispositifs sont activés par des détecteurs distincts), et des paires de détecteurs additionnels qui mesurent et règlent à partir du capteur les températures d'entrée et de sortie du caloporteur.

Après une mise en marche initiale et un temps de délai activés par la paire de détecteurs au capteur

A) Système en boucle fermée (suite)

2. Composants du système (suite)

i) Commandes (suite)

et au réservoir de captage, la commande est réglée pour maintenir en état de marche le système de captage d'énergie solaire aussi longtemps que la température de l'eau qui quitte les capteurs est sensiblement plus élevée que celle qui entre.

A l'heure actuelle, la plupart des commandes utilisent des détecteurs à thermistor dont la résistance diminue avec une élévation de la température, alors que d'autres utilisent des détecteurs à circuits intégrés ou à RTD (voir détecteurs de température, Manuels des gros systèmes).

Lors de l'installation, de l'étalonnage et de la réparation de commandes à différentiel, il faut s'assurer que les détecteurs de remplacement et le câblage utilisés sont toujours exactement ceux qui sont prescrits; autrement, il peut en résulter un fonctionnement inefficace ou incorrect du système solaire.

3. Caloporteur

La plupart des systèmes sont chargés avec une solution de propylène glycol et d'eau à laquelle on ajoute des inhibiteurs de corrosion. Lorsque les codes de plomberie

A) Système en boucle fermée (suite)

3. Caloporteur (suite)

le permettent, l'éthylène glycol est utilisé parfois conjointement avec les échangeurs de chaleur à double paroi.

Plus la température du caloporteur dans la boucle est basse et plus la présence d'oxygène est faible, meilleure sera sa stabilité physique et chimique. Avec des températures élevées en présence d'oxygène libre ou en solution, la réaction de l'oxydation de la solution de glycol est accélérée, ce qui diminue l'efficacité des inhibiteurs de corrosion et d'oxydation de même que l'efficacité (protection contre le gel) de l'antigel.

La durée de la capacité de protection contre le gel et contre la corrosion de la solution varie d'un système à l'autre et suivant les fabricants.

Il est essentiel de vérifier régulièrement les propriétés physiques et chimiques du caloporteur afin de garantir une protection adéquate contre le gel et la corrosion. (Voir lignes directrices pour l'opérateur, section 10).

4. Lignes directrices pour l'instrumentation

Les instruments suivants sont nécessaires pour effectuer les inspections régulières de base et permettre la détection de conditions anormales de fonctionnement.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Manomètre

Le manomètre devrait être installé du côté refoulement de la pompe de circulation.

A cet emplacement, le manomètre peut donner deux lectures utiles:

- la pompe étant hors service, le manomètre indiquera la pression statique du système (soit la hauteur d'élévation plus la pressurisation);

- la pompe étant en marche, le manomètre indiquera la pression statique du système, la pressurisation incluse, plus la hauteur d'élévation de la pompe.

La différence entre ces deux lectures indiquera la hauteur d'élévation de la pompe.

On peut aussi utiliser le manomètre (mais pas de façon régulière) pour déterminer s'il y a écoulement dans le circuit, en fermant manuellement l'un ou l'autre des robinets installés dans la boucle principale. Il faut effectuer cet essai pendant que la pompe est en marche. Une fois que le robinet est fermé, la pression au manomètre devrait monter légèrement, soit de 7 à 30 kPa (1 à 4 lb/po$^2$).

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Manomètre (suite)

On utilise le manomètre pour la charge initiale et la mise sous pression de la boucle fermée. Dans des circonstances normales, la pression ne devrait pas descendre beaucoup sous la pression initiale de remplissage lorsque le caloporteur se refroidit (la nuit, ou par temps nuageux).

On établit la pression minimale du système (soit la pression de remplissage) à l'aide des graphiques température-pression pour la hauteur de l'édifice appropriée et le volume d'antigel dans le système.

A mesure que la température du caloporteur dans la boucle fermée augmente, la pression dans le système augmente.

Il existe une relation de cohérence entre la température du caloporteur dans la boucle fermée et la pression du système. Cette relation devrait être déterminée et enregistrée pour fins de comparaison pendant la mise en service de l'installation. Cette relation est davantage marquée pour les systèmes à gros volume des édifices plus élevés.

Si cette relation change, c'est qu'il y a un changement dans la quantité de caloporteur contenue dans la boucle fermée. Du caloporteur peut s'être échappé par:

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Manomètre (suite)

- la soupape de décharge
- l'évent
- les joints d'étanchéité de la pompe
- une fuite dans la tuyauterie
- une fuite dans l'échangeur de chaleur
- un vase d'expansion défectueux - saturé d'eau.

Du caloporteur provenant d'une fuite dans l'échangeur de chaleur peut avoir été ajouté, lorsque la pression de l'eau domestique dépasse la pression de la boucle fermée.

S'il existe une pression anormalement basse, soit sous la pression de charge établie, le système peut ne pas être pressurisé par rapport à l'atmosphère au sommet de la boucle; il peut exister un vide et un entraînement d'air est possible. Dans ce cas, il faut ajouter du caloporteur et purger l'air du circuit.

S'il existe une pression anormalement élevée et que la soupape de décharge a évacué du caloporteur, les raisons pourraient être les suivantes:

- pression de remplissage d'origine réglée trop haut;

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Manomètre (suite)

- la pompe ne fonctionne pas - les capteurs surchauffent donnant lieu à une formation possible de vapeur, causant l'établissement d'une pression (conditions de stagnation);
- absence de circulation dans la boucle fermée;
- vase d'expansion défectueux - saturé d'eau;
- vase d'expansion trop petit pour le système;
- température du système anormalement élevée, captage excessif d'énergie solaire - formation possible de vapeur dans les capteurs;
- engorgement interne ou externe de l'échangeur de chaleur.

b) Thermomètre dans la boucle fermée

La température dans la boucle fermée peut varier entre 3°C et 90°C. Lorsque la pompe fonctionne, le (ou les) thermomètre(s) dans la boucle indique(nt) la température du caloporteur; lorsque la pompe est hors service, le (ou les) thermomètre(s) se stabilise(nt) pour indiquer la température de la pièce. La différence entre la température du caloporteur dans la canalisation d'alimentation du capteur et celle de la canalisation de retour varie de la façon suivante:

Étant donné qu'un même modèle et format de pompe est utilisé pour desservir de 1 à 6 capteurs, la

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

b) Thermomètre dans la boucle fermée (suite)

différence de température pour un système à 2 capteurs sera beaucoup plus petite que pour un système à 6 capteurs, dans le cas de systèmes non équilibrés.

A l'incidence solaire maximale, un système équilibré adéquatement (débit nominal de 4,0 L/s min/2 $m^2$ de capteur) devrait présenter une différence de température de 5°C entre les canalisations d'alimentation et de retour du capteur.

La différence moyenne de température pour une journée ensoleillée devrait être moins de deux fois plus petite que celle qui est indiquée pour l'incidence solaire maximale.

Il est recommandé de n'installer qu'un thermomètre dans la boucle fermée, située du côté refoulement de la pompe dans la canalisation d'alimentation du capteur. Pour les inspections régulières, ce thermomètre indiquera approximativement la température de la boucle du capteur.

L'expérience a montré que les thermomètres à liquide ou les thermomètres bi-métalliques qu'on trouve sur le marché ne sont généralement pas étalonnés, ou ne conservent pas leur étalonnage, à des tolérances

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

b) Thermomètre dans la boucle fermée (suite)

suffisamment précises, et, à moins qu'une paire de thermomètres en relation étroite l'un avec l'autre ne soit installée, les lectures du différentiel (de 0°C à 6°C max.) qui seraient obtenues sur un thermomètre n'auraient pas de signification et pourraient même induire en erreur. Il est recommandé qu'un seul thermomètre soit fourni pour chaque installation et qu'on effectue les relevés de température en insérant ce thermomètre à des points stratégiques du circuit à l'aide de prises Peterson.

c) Thermomètre(s) dans le circuit secondaire (eau domestique)

La température de l'eau domestique qui pénètre dans le réservoir de stockage sera égale à celle de la source d'alimentation en eau froide. La température à l'entrée d'eau peut donc varier suivant la source et la période de l'année, entre 1°C et 15°C. Suivant la demande en eau chaude, la température de l'eau à l'entrée du réservoir de stockage sera égale à celle de la pièce, à celle de l'eau stockée ou sera égale à une température se situant entre ces deux températures. Il n'est pas nécessaire de connaître la température de l'eau à l'entrée du réservoir de stockage, à des fins d'inspections régulières.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

c) Thermomètre(s) dans le circuit secondaire (eau domestique) (suite)

La température de l'eau à la sortie du réservoir de stockage indique le niveau le plus élevé auquel le système de chauffage solaire a chauffé l'eau domestique.

Lors de la mise en service du système, l'alimentation en eau domestique étant fermée, un essai simple de rendement par une journée ensoleillée indique le niveau auquel le système de chauffage solaire a chauffé l'eau du réservoir.

En fonctionnement normal, la température indiquée à la sortie du réservoir de stockage donne le niveau auquel le système de chauffage solaire fournit l'eau au chauffe-eau d'appoint ou à la soupape d'équilibrage.

d) Prises Peterson

Ce dispositif constitue une solution pratique pour accéder temporairement à divers points des systèmes sous pression sans perte de caloporteur. Utilisé conjointement avec un thermomètre simple ou une sonde de température électronique portative, ce dispositif permet de prendre des lectures comparatives de températures. Il faut faire très attention lors du soudage près des prises Peterson étant donné que les

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

d) Prises Peterson (suite)

joints de caoutchouc Nordel situés dans le dispositif peuvent être endommagés par une chaleur excessive.

e) Indicateur d'écoulement dans la boucle fermée

L'absence d'écoulement dans le circuit en boucle fermée peut entraîner de graves problèmes de fonctionnement, une panne éventuelle du système ainsi que des dommages au matériel.

Il est très important de s'assurer régulièrement qu'il y a circulation à l'intérieur de la boucle fermée chaque fois que de la chaleur solaire est captée à une température utile. L'absence de circulation lorsque la pompe fonctionne peut être attribuée à l'une ou plusieurs des causes suivantes:

- présence d'air dans le système
- blocage en un point quelconque de la boucle fermée
- turbine de la pompe défectueuse, bloquée ou désengagée
- pompe installée à l'envers
- gel d'une section du circuit.

Il est recommandé qu'un indicateur d'écoulement soit installé à un point facilement accessible de la boucle fermée afin d'en permettre l'observation.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

e) Indicateur d'écoulement dans la boucle fermée (suite)

Il existe actuellement plusieurs types d'indicateurs d'écoulement convenables. Un certain nombre de ces dispositifs servent également de clapets de retenue et pourraient, en fait, éliminer la nécessité d'un clapet de retenue distinct.

D'autres types indiquent aussi le débit au moyen d'un ressort ou d'un mécanisme fonctionnant par gravité.

f) Indicateur de temps écoulé pour la pompe de la boucle fermée

Étant donné que les systèmes de chauffage solaires autonomes ne sont pas inspectés régulièrement par du personnel technique, le personnel non technique peut déterminer, à partir du temps de marche de la pompe pendant une période déterminée, si le système a fonctionné trop souvent ou s'il n'a pas fonctionné assez souvent. Il peut en tirer les conclusions suivantes:

- le système a fonctionné trop souvent ou n'a pas fonctionné assez souvent en raison de problèmes au niveau des commandes du système ou de tout autre défectuosité;

- le système ne fonctionne pas à cause d'une coupure de l'alimentation ou d'une panne de l'unité de commande.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

g) Vase à trop-plein de la soupape de décharge

Un vase servant à contenir et à indiquer le trop-plein qui résulte du déclenchement de la soupape de décharge fournit les indications suivantes:

- la pompe peut s'être arrêtée et les capteurs peuvent avoir été en état de stagnation, donnant lieu à la formation de vapeur;
- la pression de remplissage peut avoir été réglée à l'origine à un degré trop élevé;
- le vase d'expansion est trop petit pour la capacité du système;
- le vase d'expansion est défectueux, saturé d'eau.

Il est recommandé qu'un vase de la capacité minimale du système autonome soit attaché en permanence à la canalisation de décharge de la soupape de décharge de la boucle fermée. Ce vase peut également servir au remplissage, au mélange et à la vidange du système à des fins de réparations.

h) Indicateur de température élevée à la sortie des capteurs

S'il n'y a pas de circulation à travers les capteurs durant les périodes d'ensoleillement, les températures de la plaque des capteurs et du

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

h) Indicateur de température élevée à la sortie des capteurs (suite)

caloporteur peuvent atteindre des niveaux excessifs, entraînant les problèmes suivants:

- Surchauffe du caloporteur, formation de vapeur et augmentation de pression susceptible d'entraîner une perte d'antigel à travers la soupape et l'évent automatique.
- Réduction de la concentration de l'antigel, perte de la protection contre le gel.
- Diminution de l'efficacité de l'inhibiteur de corrosion et d'oxydation dans le caloporteur.

Il est très important de savoir s'il y a eu stagnation (surchauffe). Il est possible de surveiller de telles éventualités par l'application d'un dispositif analogue à celui de la température la plus élevée atteinte.

Il existe des indicateurs chimiques de température sous forme de petits rubans adhésifs qui indiquent la température la plus élevée à laquelle les capteurs ont été soumis à une période donnée. Il est recommandé que les indicateurs chimiques de température soient attachés au tuyau de sortie du groupe de capteurs et qu'une inspection visuelle soit effectuée une fois par mois, particulièrement durant les mois d'été. Étant donné que le processus d'indication de

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

h) Indicateur de température élevée à la sortie des capteurs (suite)

la température est irréversible, le ruban doit être remplacé chaque fois que les limites des températures normales ont été dépassées. Lorsqu'il est évident que les limites de températures de sécurité ont été dépassées, il est possible de tirer les conclusions suivantes:

- surchauffe due à une panne d'électricité
- absence de circulation
- présence d'air dans le système
- mauvais fonctionnement des commandes du système
- coupure de l'alimentation électrique
- captage excessif d'énergie solaire
- demande nulle.

i) Soupape de décharge température/pression au réservoir de stockage

Si un système est trop gros par rapport à la demande en eau domestique, la température du caloporteur dans la boucle fermée et dans le réservoir de stockage augmentera excessivement. La soupape de décharge température/pression installée dans le réservoir de stockage est réglée généralement entre 75° et 80°C et à 860 kPa de façon à protéger le circuit d'eau chaude domestique. De l'eau domestique sera alors évacuée afin de maintenir la température et la pression du système à l'intérieur de ces limites.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

i) Soupape de décharge température/pression au réservoir de stockage (suite)

Un vase doit être installé en permanence afin de surveiller les débordements causés par des températures trop élevées ou par des détentes de pression.

S'il s'avère nécessaire de surveiller la température maximale atteinte dans le réservoir de stockage, on peut poser des indicateurs de température maximale atteinte sur le tuyau d'écoulement du réservoir. Ces indicateurs sont semblables à ceux qui ont déjà été décrits pour les capteurs. Lorsque le réservoir surchauffe par pédiode et que l'eau domestique est perdue au drainage, il est recommandé de réduire la surface des capteurs au moyen de plaques réfléchissantes. Il suffira peut être de couvrir les capteurs partiellement pendant une partie de l'année.

j) Protection automatique contre le gel

A certaines températures extérieures, les sections de la boucle fermée qui contiennent de l'antigel seront exposées à des températures inférieures à 0°C. Cette boucle ne sera pas endommagée si on utilise un antigel approprié.

A) Système en boucle fermée (suite)

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

j) Protection automatique contre le gel (suite)

Lorsque la pompe de la boucle fermée fonctionne, il y a échange de valeur entre les circuits primaire et secondaire. Par conséquent, il est possible qu'une défectuosité des commandes entraîne le gel de l'eau domestique dans le système secondaire.

Une telle situation peut survenir n'importe quand, et l'inspection régulière ne suffit pas à l'empêcher.

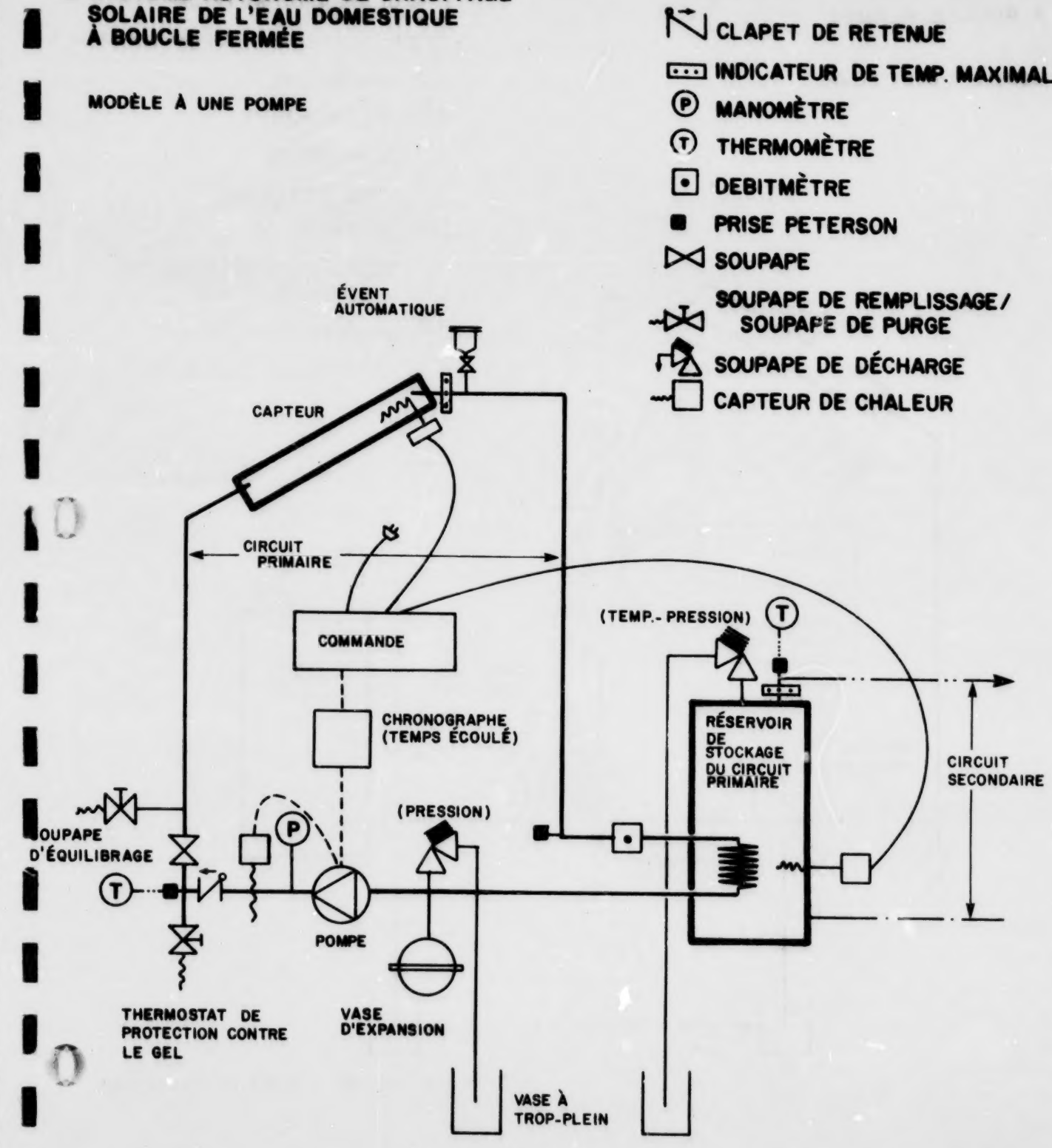
On recommande donc l'installation d'un thermostat à réenclenchement automatique, qu'on peut fixer à la pompe du côté refoulement. Ce thermostat, réglé à 2°C, rend la pompe inopérante au dessous de ce point de consigne.

Le concept d'un indicateur de température attaché à la pompe s'avère utile, car la transmission de la chaleur est suffisamment retardée pour empêcher le cyclage indésiré de ce dispositif de sécurité pendant le démarrage du système.

Il n'est pas recommandé que le système de protection contre le gel soit relié au système de commande de façon que ce dernier puisse servir de circuit indépendant.

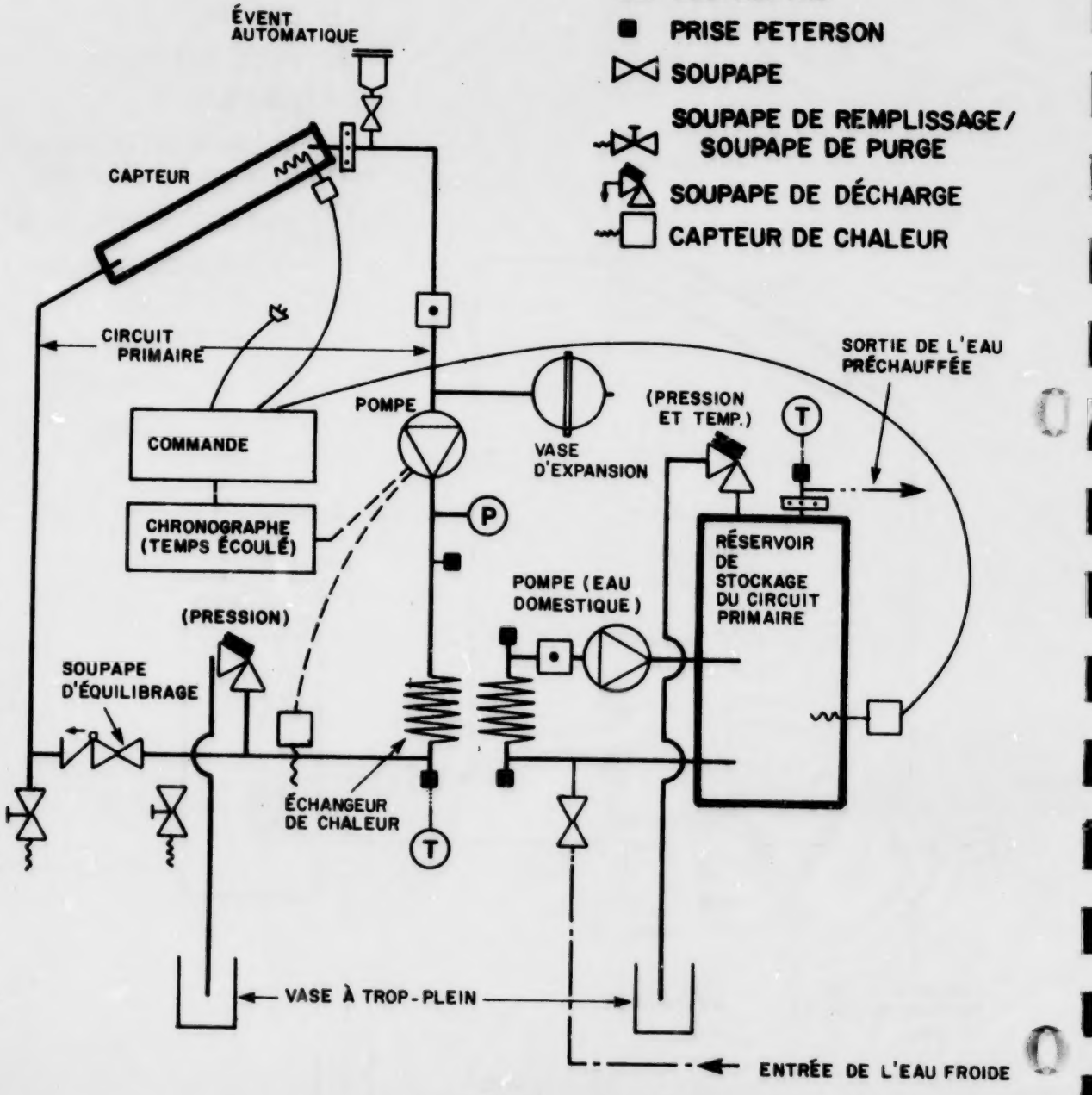
## SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE À BOUCLE FERMÉE

MODÈLE À UNE POMPE



# SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE À BOUCLE FERMÉE

## MODÈLE À DEUX POMPES



A) Système en boucle fermée (suite)

5. Vérification de la performance du système

Les canalisations doivent être conçues de manière à permettre la vérification de la performance du système, les réglages précis et le dépannage. Ainsi, il devrait y avoir des "points d'accès" permettant de mesurer les températures et les débits au moyen d'instruments de précision.

La température

Les prises Peterson servant à relever la température permettent l'utilisation de sondes avec RTD, semi-conducteur, thermistor ou éléments de thermocouple ayant un diamètre de 3 à 4 mm. Ces prises permettent aussi d'utiliser un thermomètre fourni sur place pour relever la température à plusieurs endroits.

Il est recommandé d'installer des prises Peterson dans la tuyauterie d'alimentation et de retour des capteurs (boucle fermée) et dans la canalisation d'eau domestique reliée au réservoir de stockage.

Dans le système à deux pompes, des prises Peterson devraient être installées aussi dans la boucle secondaire d'eau domestique qui arrive à l'échangeur de chaleur et en sort.

Lorsque les prises Peterson servent à recevoir des thermomètres pour une longue période, il est recommandé d'installer des robinets afin de faciliter le changement pour les sondes électroniques avec des pertes minimales

A) Système en boucle fermée (suite)

5. Vérification de la performance du système (suite)

La température (suite)

de liquide. Lorsque les prises Peterson servent pour le monitorage occasionnel de précision au moyen de sondes électroniques, les robinets ne sont pas nécessaires, étant donné que les joints d'étanchéité sont très efficaces et que les pertes de liquide seront minimes lors de l'enlèvement des sondes.

Dans les cas où une prise Peterson n'est pas utilisée à des fins de monitorage, on fixe un obturateur à vis avec joint comme mesure de sécurité.

Écoulement

Il peut être souhaitable de mesurer l'écoulement du liquide dans la boucle fermée à l'aide d'instruments de précision et obtenir ainsi, grâce à l'utilisation conjointe d'intégrateurs d'écoulement et de sondes de température, les données nécessaires à l'évaluation du rendement énergétique. Il est possible de le faire à peu de frais si les robinets de vidange et de fermeture sont installés de la façon indiquée sur le schéma "EN BOUCLE FERMÉE".

Il est recommandé que deux robinets de 20 mm munis d'une extrémité pour tuyau flexible, d'une chaîne et d'un bouchon soient installés, un de chaque côté d'un robinet-vanne de 20 mm. En plus de servir de robinets de vidange et de remplissage, ces robinets pourraient être raccordés

A) Système en boucle fermée (suite)

5. Vérification de la performance du système (suite)

Écoulement (suite)

à un débitmètre portatif. Pendant la mesure de l'écoulement, le robinet-vanne se trouve fermé et le débitmètre est raccordé aux robinets de vidange et de remplissage à l'aide d'un tuyau flexible.

Si on désire mesurer l'écoulement en même temps que la hausse de température dans le circuit secondaire, il est possible de raccorder le débitmètre à l'une des sorties normales du circuit d'eau chaude domestique:

- le robinet de vidange situé au bas du chauffe-eau d'appoint
- le robinet de cuisine
- le robinet de bain ou de douche
- le robinet extérieur pour tuyau d'arrosage

Durant les périodes de monitorage du rendement instantané du circuit secondaire, l'eau sera évacuée dans un égout.

6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez de renseignements à l'opérateur pour qu'il puisse

A) Système en boucle fermée (suite)

6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel (suite)

effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité et du rendement du système considéré.

Le calendrier d'entretien liste pour chacun des éléments du système les opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tenir compte des particularités du système visé.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut faciliter la localisation des problèmes de fonctionnement. La section "Lignes directrices pour l'opérateur" explique le fonctionnement de chacun des éléments de commande et de monitorage en tenant compte des concepts présentés dans le guide. Elle a pour objet d'aider l'opérateur à bien régler et contrôler le système, à localiser les défectuosités éventuelles et à apporter les correctifs appropriés.

LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE EN BOUCLE FERMÉE

**PROJET:** FABRICANT DU SYSTÈME AUTONOME:

**OPÉRATEUR:** MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Conditions de température (en cocher une) | | | Temp. extér. approx. (°C) | Système en cuicuit (oui ou non) | Pompe en circuit (oui ou non) | Écoulement (oui ou non) | Temp. du réservoir solaire (°C) | Temp. de la boucle (°C) | Pression du système (kPa) | Temps écoulé (heures et dixièmes d'heure) | Vase à trop-plein de la boucle fermée (sec ou mouillé) | Vase à trop-plein du réser. solaire (sec ou mouillé) | Temp. maximale atteinte au capteur (°C) | Fuites visibles (oui ou non) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ensoleillé | Partiel. ensoleil. | Nuageux sans soleil | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

SR77/A

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| Système complet | Liste des points de vérification | x | x | x | | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| CAPTEURS: | | | | | | | |
| Panneaux | Examiner les panneaux; vérifier s'il y a bris, surchauffe ou fuite. Rechercher les signes de corrosion, d'écaillage ou de décoloration sur les absorbeurs. | | | | x | | Le faire les jours ensoleillés, pendant que la pompe fonctionne. |
| | Enlever la neige. | | x | | | | Lorsque la quantité accumulée l'exige (les mois d'hiver). |
| Vitrage | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Aussi souvent qu'il le faut, selon le degré de saleté. |
| Évents | Vérifier et dégager les trous d'aération. | | | | | x | Le faire aussi lorsqu'il y a condensation pendant une période prolongée. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher là où il y a trace de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **CAPTEURS:** (suite) | | | | | | | |
| | Examiner les manchons et l'isolant. Réparer les manchons à l'épreuve des intempéries s'il le faut. Remplacer l'isolant en fibre de verre s'il est mouillé. Vérifier si les manchons en plastique sont détériorés par les ultraviolets. | | | | | x | |
| | Examiner les tuyauteries de raccordement, les raccords flexibles entre les panneaux et les pénétrations dans le toit. | | | | | x<br>x | Utiliser la soudure 95-5 pour réparer les tuyaux de cuivre. Pour les raccords flexibles à haute température, suivre les recommandations du fabricant. |
| Modules de commande | Vérifier le câblage, les raccords et le montage des détecteurs. | | | | x | | |
| **RÉSERVOIR D'EXPANSION** | | | | | | | |
| Type à membrane | Vidanger le système. Vérifier la pression de pré-charge. Si la membrane est saturée d'eau, la remplacer par une autre du type EPDM. | | | | | x | La pression de pré-charge est ordinairement de 85 kPa, sinon employer la pression indiquée. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température, les tours-minutes. Écouter s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | | x | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de pompe vibrent, fuient, ou font du bruit. | | | | x | | Suivre les recommandations du fabricant. Remplacer les joints qui fuient. |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression engendrée. | | | | x | | |
| ÉCHANGEURS DE CHALEUR | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | | x | | Si c'est possible; sinon, vérifier l'écoulement dans la bouche. Suivre les recommandations du fabricant si un nettoyage s'impose. |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE | Examiner l'isolation du réservoir. | | | | | x | |
| | Rechercher les signes de corrosion, de fuite ou de déformation sur les réservoirs. | | | | | x | Remplacer les réservoirs endommagés. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si c'est possible. | | | | | x | Les instruments montés sur les puits sont accessibles de l'extérieur. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE** | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Vérifier le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer au besoin. |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les presse-étoupe et les joints étanches. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapes devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si c'est possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Actionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage. | | | | | x | Remplacer le vase à trop-plein sous le tuyau de sortie (s'il (s'il y en a un). |
| Évents | Pour le évents à entretenir, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | Après la mise en service, les évents doivent être isolés à l'aide des robinets d'arrêt. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Liquides | Vérifier la pression. S'il le faut, remettre de l'antigel solaire recommandé. | | | | x | | Une perte constante de liquide dénote une défectuosité; vérifier s'il y a des fuites dans les tuyaux, les soupapes ou les évents. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | En observant l'indicateur d'écoulement. |
| | Mesurer la concentration, le pH et l'alcalinité. Remplacer tout liquide dont la quantité s'est détériorée. | | | | | x | Il est important de le faire avant l'hiver. Voir les "Lignes directrices pour l'opérateur". Vérifier s'il y a stagnation, si des indices le laissent croire. |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE | | | | | | | |
| Commande à différentiel | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indicateurs du système. S'assurer du bon fonctionnement des pompes selon chaque réglage. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rallumer pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande pour les positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages électroniques ou numériques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains thermiques pour la vérification des points de consignes. |
| Autres instruments | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) du thermomètre, du manomètre et du débitmètre. | | | x | | | Remplacer ou réparer les instruments défectueux. |
| Câblage (d'alimentation) | Vérifier si l'isolant présente des signes de rétrécissement ou de fragilité dans le voisignage des commandes, des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils ou les conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer une surchauffe du câblage; vérifier. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis des bornes | | | | | x | |

## TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

Bien que ces tableaux puissent être utilisés comme guide de dépannage, ils ont été dressés principalement afin de déterminer les exigences de l'instrumentation de monitorage. Par conséquent, la première colonne des tableaux indique la "Source du problème" et la dernière colonne, dont l'en-tête est "Protection", indique l'instrumentation de monitorage requise pour le "Monitorage automatique" et les "Inspections régulières".

Le "Monitorage automatique" complet n'est pas considéré comme rentable pour les petits systèmes autonomes de chauffage d'eau domestique à énergie solaire. Le coût en capital requis pour l'instrumentation et l'installation serait de beaucoup disproportionné par rapport aux coûts en capital requis pour les systèmes solaires autonomes.

Toutefois, le monitorage de fonctionnement suivi, effectué au cours des "Inspections régulières", est considéré comme nécessaire pour assurer un fonctionnement efficace et pour détecter, aussitôt que possible, toute défectuosité qui apparaît; autrement, il pourrait en résulter des pannes et des dommages graves au matériel.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| POMPE: Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée, fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- n'a pas été mise en marche par la commande.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>*- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.<br>*- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Surchauffe du caloporteur.<br>- Accumulation de vapeur et perte de caloporteur.<br>- Conditions de stagnation:<br>- Panne accélérée d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | - Interrupteur à débit et avertisseur<br>- Avertisseur de haute température de capteur.<br>- Avertisseur de différentielle de la soupape. | - Observation de l'écoulement<br>- Indication de température maximale du capteur.<br>- Indication de temps écoulé. |
| POMPE: Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>*- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur.<br>*- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Gel du réservoir de stockage. | - Verrouillage photo-électrique.<br>- Avertisseur de basse limite. | - Indicateur de temps de marche écoulé.<br>- Thermomètres.<br>- Observation de l'écoulement. |
| VASE D'EXPANSION: | - Saturé d'eau.<br>- De format insuffisant.<br>- Charge d'origine trop élevée.<br>- (Pression de remplissage trop élevée). | - Établissement de pression.<br>- Caloporteur dissipé.<br>- Entraînement d'air.<br>- Perte de circulation.<br>- Surchauffe de la pompe - moteur grippé.<br>- Conditions de stagnation:<br>- Panne d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | - Avertisseur haute/basse pression.<br>- Avertisseur d'interrupteur de débit. | - Manomètre<br>- Observation du réservoir de trop-plein |

*S'applique aux détecteurs à thermistor.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| COMMANDE:<br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non réglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.<br>- Câblage défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux.<br>- Interrupteurs défectueux. | - Inefficacité.<br>- Conditions de stagnation:<br>- Panne d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | - Verrouillage photo-électrique.<br>- Avertisseur basse/ haute limite | - Indication de temps écoulé.<br>- Thermomètres.<br>- Température maximale du capteur. |
| CLAPET DE RETENUE:<br>Reste collé en position ouverte. | - Saletés, matières étrangères dans le circuit. | - Sens de l'écoulement inversé à cause de la circulation par gravité.<br>- Inefficacité. | - La vanne électromagnétique s'ouvre lorsque la pompe fonctionne. | - Observation de l'écoulement. |
| CLAPET DE RETENUE:<br>Reste collé en position fermée. | - Saletés, matières étrangères dans le circuit. | - Écoulement réduit ou nul.<br>- Accumulation de chaleur au capteur.<br>- Dommages au moteur aux joints d'étanchéité, aux paliers.<br>- Stagnation et conséquences (voir ci-dessus). | - Avertisseurs de haute température du capteur.<br>- Avertisseur d'interrupteur à débit.<br>- Avertisseur de différentiel de pression de la pompe. | - Observation de l'écoulement.<br>- Indication de température maximale du capteur. |
| ÉVENT:<br>Air dans le circuit. | - Bloqué - air non évacué. | - Manque de circulation.<br>- Manque de captage de chaleur.<br>- La pompe surchauffe.<br>- Stagnation et dommages résultants. | - Avertisseur d'interrupteur à débit.<br>- Avertisseur de différentiel de pression.<br>- Avertisseur de température élevée de capteur. | - Observation de l'écoulement.<br>- Indication de température maximale du capteur.<br>- Thermomètres.<br>- Manomètres. |
| PAS DE CIRCULATION:<br>Pompe en marche. | - Air emprisonné dans le circuit.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu.)<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Stagnation et conséquences (voir ci-dessus).<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur d'interrupteur à débit.<br>- Température élevée au capteur et avertisseur.<br>- Avertisseur de basse pression.<br>- Détection du courant du moteur de la pompe. | - Observation de l'écoulement.<br>- Manomètres. |

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE: | - Joint de soudure incorrect.<br>- Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion. | - Perte de pression dans le circuit.<br>- Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- Conditions de stagnation - conséquences.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de basse pression.<br>- Avertisseur d'interrupteur à débit.<br>- Avertisseur de haute température du capteur.<br>- Détection du courant du moteur de la pompe et avertisseur. | - Inspection visuelle.<br>- Observation de l'écoulement.<br>- Manomètre. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT PRIMAIRE | - Le caloporteur a perdu sa capacité de protection contre le gel. | - Pas d'écoulement.<br>- Bris dans la tuyauterie.<br>- Perte de caloporteur. | - Peut être prévenue par une vérification régulière de la qualité de l'antigel. | - Vérification régulière de la qualité de l'antigel. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT SECONDAIRE | - Le fonctionnement ne peut être commandé.<br>- Le (ou les) détecteur(s) sont desserrés.<br>- La commande ou le détecteur sont défectueux.<br>- Défectuosité électrique. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Dommages causés par le gel au réservoir et aux tuyaux du circuit secondaire.<br>- Inondation. | - Avertisseur de basse température et dispositif de coupure automatique de la pompe. | - Dispositif de coupure automatique de la pompe et avertisseur visuel. |
| SOUPAPE DE DÉCHARGE:<br>Saute continuellement. | - Pression de remplissage trop élevée.<br>- Soupape de décharge défectueuse.<br>- Vase d'expansion saturé d'eau.<br>- Vase d'expansion trop petit pour le système. | - Perte de caloporteur.<br>- Entraînement d'air.<br>- Faible circulation du caloporteur.<br>- Conditions de stagnation et conséquences. | - Avertisseur de haute pression. | - Observation du caloporteur déchargé dans le réservoir de drainage.<br>- Manomètre. |
| CONTAMINATION MUTUELLE: | - Fuite dans l'échangeur de chaleur. | - Perte de pression dans le circuit. | - Avertisseur de basse pression. | - Manomètre. |

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

### 1. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Le système doit toujours rester en circuit; vérifier le fusible ou les disjoncteurs.

### 2. POMPE ET INDICATEUR D'ÉCOULEMENT

Lorsque la pompe est en marche, il doit y avoir écoulement. Si ce n'est pas le cas, il faut vérifier:

a) si le robinet-vanne de la boucle fermée est ouvert;
b) s'il y a de l'air dans le système; purger l'air au haut des capteurs solaires.

### 3. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures que le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:

a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
b) le nombre d'heures d'ensoleillement
c) la période de l'année
d) la température extérieure

Le système peut aussi fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

3. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ) (suite)

par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;

b) si le point de consigne de congélation est correct.

4. TEMPÉRATURE DANS LA BOUCLE FERMÉE

Normalement, cette température devrait varier entre 2°C et 80°C en fonction des facteurs suivants:

a) la quantité d'eau domestique utilisée
b) le nombre d'heures d'ensoleillement par jour
c) la période de l'année
d) la température extérieure

Une température supérieure à 80°C pourrait être due à l'absence de consommation d'eau domestique pendant des périodes prolongées. Il est possible qu'il n'y ait pas écoulement, et le thermomètre situé près de la pompe indiquera qu'il y a surchauffe.

Si les températures de la boucle dépassent régulièrement 80°C lorsque l'écoulement est normal, il pourrait être nécessaire

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

### 4. TEMPÉRATURE DANS LA BOUCLE FERMÉE (suite)

de couvrir une partie de la surface des capteurs solaires. Lorsqu'il y a surchauffe excessive, la soupape de décharge de la température évacue de l'eau domestique dans le réservoir de vidange.

Des températures trop élevées ainsi qu'un écoulement réduit ou nul dans la boucle peuvent entraîner l'établissement d'une pression dans le circuit en boucle fermée et une décharge subséquente d'antigel. Aviser le personnel technique.

Si de basses températures persistent par des journées ensoleillées, vérifier:

a) si le point de consigne de la commande est en position automatique;
b) le temps de marche;
c) si une partie du groupe de capteurs est bloquée par de l'air.

Remarque: Une température peu élevée dans la boucle fermée peut résulter également d'une forte demande d'eau domestique. Il n'y a aucune mesure à prendre.

### 5. TEMPÉRATURE DU RÉSERVOIR DE STOCKAGE

Il s'agit de la température à laquelle le système solaire a chauffé l'eau domestique.

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

### 6. VASE A TROP-PLEIN DE LA BOUCLE FERMÉE

Dans des conditions normales de fonctionnement, il ne devrait pas y avoir de trop-plein. S'il y en a cependant, vérifier:

a) la température de la boucle fermée; si elle est trop élevée, consulter la section 4, "Température dans la boucle fermée";

b) la pression du système pour s'assurer qu'elle ne dépasse pas les limites après refroidissement du système.

### 7. VASE A TROP-PLEIN DU RÉSERVOIR DE STOCKAGE

Tout trop-plein indique qu'une quantité excessive de chaleur a été captée. Si cette situation persiste, il faudrait recouvrir partiellement les capteurs solaires durant les périodes critiques.

### 8. INDICATION DE TEMPÉRATURE MAXIMALE

Vérifier la température maximale atteinte au moins une fois par mois et plus fréquemment durant les mois chauds d'été. Elle ne devrait pas dépasser 95°C. Si des indices montrent que cette température a été dépassée, communiquer avec le personnel technique.

### 9. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL

Cet instrument devrait être réglé entre 2°C et 4°C. Il sert à protéger le réservoir de stockage contre le gel et à arrêter la pompe. Lors de la mise en marche par temps très froid, ce thermostat peut faire fonctionner occasionnelle-

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

9. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL (suite)

ment la pompe. Si la pompe effectue trop de cycles, les commandes pourraient être défectueuses. Communiquer avec le personnel technique.

10. ANTIGEL DE PROTECTION

Il faut vérifier l'efficacité de l'antigel chaque automne avant que la température ne descende au-dessous du point de congélation.

Il est important de vérifier l'efficacité de l'antigel et de la protection anti-corrosive (pH) lorsqu'il est évident qu'il y a eu stagnation dans les capteurs. (Vérifier l'indicateur de température maximale atteinte).

Il est possible de vérifier le pH (acidité) des caloporteurs éthylène glycol et propylène glycol à l'aide de rubans indicateurs de pH à plage limitée ou d'un pH-mètre électronique. Il serait bon de prendre en considération les recommandations du fabricant relatives à des solutions particulières d'antigel. Les valeurs normales acceptables du pH se situent entre 7,5 et 9; les solutions ne devraient jamais être acides (pH inférieur à 7).

La méthode à suivre pour déterminer la concentration des solutions d'antigel est très différente selon qu'il s'agisse de mélanges d'éthylène glycol ou de propylène glycol; c'est pourquoi il faut prendre soin d'utiliser la méthode adéquate dans chacun des cas.

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

10. ANTIGEL DE PROTECTION (suite)

a) Éthylène glycol

La densité et l'indice de réfraction des solutions d'antigel éthylène glycol varient considérablement suivant le dosage glycol-eau. Par conséquent, on peut utiliser un hydromètre à température compensée pour vérifier la concentration de la solution. A la température de la pièce (18°C), le mélange en proportions égales d'éthylène glycol et d'eau a une densité d'environ 1,07.

Il est également possible de mesurer adéquatement la concentration des mélanges d'antigel éthylène glycol à l'aide d'un réfractomètre portatif. Il s'agit d'un instrument à lecture directe qui indique un point de congélation d'après l'indice de réfraction réel de la solution. (Voir la section 8, Lignes directrices pour l'instrumentation.)

L'indice de réfraction d'un mélange en proportions égales d'éthylène glycol et d'eau à une température de 25°C est d'environ 1,384.

b) Propylène glycol

La densité des solutions de propylène glycol ne varie que très peu en fonction du dosage glycol-eau. Il est donc nécessaire de prendre des précautions spéciales pour mesurer la concentration de l'antigel à l'aide d'une méthode spéciale de mesure de la densité. Il est important de noter qu'il est impossible de se servir d'un hydromètre standard d'automobile. On peut utiliser un

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

10. ANTIGEL DE PROTECTION (suite)

b) Propylène glycol (suite)

hydromètre spécial à plage limitée qui couvre des densités déterminées se situant entre 1,025 et 1,050, par exemple, et faire les corrections des lectures en fonction de la température du liquide. La densité d'un mélange en proportions égales de propylène glycol et d'eau à une température de 16°C devrait se situer entre 1,038 et 1,045.

Il est possible de déterminer directement la concentration des solutions antigel de propylène glycol au moyen d'un réfractomètre portatif tel qu'il est indiqué précédemment au point a). S'il s'agit du type de réfractomètre muni d'une échelle indicatrice du point de congélation, il doit être clairement indiqué que cette échelle sert pour une solution de propylène glycol et non pour un antigel pour automobile.

Dans les cas d'un instrument muni d'une échelle d'indices de réfraction, la lecture attendue pour un mélange en porportions égales de propylène glycol et d'eau est de 1,388 à une température de 25°C.

Remarque: Pour obtenir plus de renseignements sur les solutions d'éthylène glycol et de propylène glycol, consulter les fiches techniques n° 6, 9, 14 et 21 du Bureau des programmes solaires.

A) Système en boucle fermée (suite)

7. Caractéristiques des instruments recommandés

1. Manomètre

Équivalent au "Marsh" GP200; plage de 0 à 700 kPa; diamètre de face de 62,5 mm; boîtier en acier fini noir; incluant une vis-robinet en laiton.

Prix de l'Entrepreneur: 15,00 $

2. Thermomètre

Équivalent au "Weksler" 1TO4C; plage de -18°C à 150°C; 50 mm de diamètre, tige de 3,5 mm de diamètre et de 100 mm de longueur; en acier inoxydable, de type bi-métallique.

Prix de l'Entrepreneur: 25,00 $

3. Indicateur d'écoulement

Convenant pour des conditions de fonctionnement à 100°C et à 700 kPa. De type à bille montante, "RADA" Mechanical Products Ltd., Markham, Ontario.

Indicateur d'écoulement "TACO", 3090 Lenworth Dr., Mississauga, Ontario
Débitmètre monté sur canalisation, soupape d'équilibrage.

De type à rotor (Dome Spinner). "DRY-CON" Inc., 840 Halpern, Dorval, Québec.

Indicateur d'écoulement en bronze. "HIGGINSON" Equipment Sales Ltd., Burlington, Ont.

Indicateur d'écoulement de type à bille qui sert en même temps de clapet de retenue; par conséquent, le clapet de retenue, fourni autrement, n'est plus nécessaire.
"ARKON" Instruments Ltd.

Débitmètre monté sur canalisation de type à orifice et ressort. "HEDLAND" EZ-View. Brian Engineering Ltd., Kitchener, Ontario.

Indicateur à orifice, de type à gravité. "CALQFLOW". Blue White Industries. Westminster, California.

Prix de l'Entrepreneur: 50,00 $

A) Système en boucle fermée (suite)

7. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

4. Chronographe (temps écoulé)

Chronographe électromécanique de 110 V, à compteur entraîné par moteur synchrone c.a. avec indication à 6 chiffres de l'heure et des dixièmes d'heure, sans remise à zéro. Approuvé par l'ACNOR. Équivalent au Bach Simpson #1357 ETIF.

Prix de l'Entrepreneur: 50,00 $

5. Indicateurs de la température maximale atteinte

Ruban adhésif à changement de couleur par action chimique. La plage peut varier entre 80°C et 110°C en un minimum de quatre intervalles.

- Indicateur "Wahl" Temp-Plate de Cole Palmer Scientific Instruments Ltd., ou
- Indicateur "Thermax" Range B de Thermographics Ltd. vendu par Brian Engineering Ltd., Kitchener, Ontario

Prix de l'Entrepreneur: 2,00 $ (chacun)

6. Thermostat de protection contre le gel

Thermostat fixé par courroie comme le ALTEMP à évaporateur sans givre. Modèle AEICI qui s'ouvre entre 1°C et 3°C, de 20 A, 110 V c.a.

Prix de l'Entrepreneur: 10,00 $

7. Prises Peterson

Prises en cuivre N.P.T. de 6,25 mm munies d'un joint Nordel 110, incluant un bouchon femelle en laiton et un joint d'étanchéité.

- Ontario Mechanical Sales, Downsview, Ontario.
- R.C. Wall and Co., London, Ontario.

Prix de l'Entrepreneur: 9,00 $ (chacun)

8. Vase à trop-plein

Vase en acier galvanisé ou en plastique.

Prix de l'Entrepreneur: 6,00 $ (chacun)

A) Système en boucle fermée (suite)

8. Prix de l'instrumentation avec installation

1. Pour systèmes: Tempspec
Sun-Ray
Petro-Sun
Sol-Can

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | manomètre | 15,00 $ | |
| 2 | thermomètres | 50,00 $ | |
| 1 | indicateur d'écoulement | 50,00 $ | |
| 1 | chronographe (temps écoulé) | 50,00 $ | |
| | câblage | 5,00 $ | |
| 2 | indicateurs de température maximale atteinte | 4,00 $ | |
| 1 | thermostat de protection contre le gel | 10,00 $ | |
| | câblage | 5,00 $ | |
| 3 | prises Peterson | 27,00 $ | |
| 2 | vases à trop-plein | 12,00 $ | |
| | Prix total du matériel | 228,00 $ | |

Main-d'oeuvre:

| | | |
|---|---|---|
| Plomberie - 2,5 h à 25 $/h | 62,50 $ | |
| Électricité - 2 h à 25 $/h | 50,00 $ | |
| Coût total de main-d'oeuvre | 112,50 $ | 112,50 $ |
| Main-d'oeuvre et matériel | | 340,50 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | | 34,05 $ |
| | | 374,55 $ |
| 10 p. cent de profit: | | 37,46 $ |
| COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION: | | 412,01 $ |

A) Système en boucle fermée (suite)

8. Prix de l'instrumentation avec installation (suite)

2. Pour systèmes à deux pompes:

| | | |
|---|---|---|
| Même matériel que précédemment | 228,00 $ | |
| plus: | | |
| 2 prises Peterson | 18,00 $ | |
| 1 indicateur d'écoulement | 50,00 $ | |
| Prix total du matériel | 296,00 $ | 296,00 $ |
| Main-d'oeuvre: | | |
| Même que précédemment, | 112,50 $ | |
| plus: | | |
| 1 heure de plomberie à 25 $/h | 25,00 $ | |
| Coût total de main-d'oeuvre | 137,50 $ | 137,50 $ |
| Matériel et main-d'oeuvre | | 433,50 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | | 43,35 $ |
| | | 476,85 $ |
| 10 p. cent de profit: | | 47,69 $ |
| COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION: | | 524,54 $ |

3. Remarque spéciale

Les devis estimatifs des coûts donnés dans les deux sections précédentes reflètent les dépenses nécessaires pour modifier complètement un système autonome de chauffe-eau domestique déjà en place afin de l'équiper des instruments de monitorage recommandés.

A) Système en boucle fermée (suite)

8. Prix de l'instrumentation avec installation (suite)

3. Remarque spéciale (suite)

Un certain nombre de facteurs permettent de réduire considérablement de tels coûts, c'est-à-dire:

a) La plupart des systèmes autonomes de chauffe-eau domestique se vendent généralement avec le matériel de monitorage de base, qui comprend souvent 1 ou 2 thermomètres, des manomètres et, dans certains cas, un tube de verre indicateur d'écoulement.

b) Une partie des coûts des instruments de monitorage recommandés est consacrée à la main-d'oeuvre; il est possible de réduire considérablement ces coûts lorsque le système n'est pas encore installé.

Plomberie: L'installation initiale des robinets, des prises Peterson et des raccords ne requiert que très peu de temps.

Électricité: En le précisant dans la commande initiale, il est possible de faire effectuer certaines modifications simples aux systèmes de façon à ce que les circuits du chronographe et de l'unité de protection contre le gel soient séparés à l'intérieur du même panneau de commande. Il est également possible de demander que des prises à fiches soient installées au moteur de la pompe et aux circuits de commande électrique.

OME: Les prix mentionnés ci-dessus sont ceux des fournisseurs locaux. Les fabricants peuvent acheter en grande quantité aux prix de gros, ce qui leur permet d'obtenir des réductions substantielles.

9. Réfractomètre - (sert à déterminer l'efficacité de l'antigel).

Équivalent au DUO-CHECK portatif, modèle 7182 d'American Optical, avec graduation pour propylène glycol ou éthylène glycol tel qu'il est indiqué (en °C ou en °F). En vente chez Fisher Scientific Ltd. (85,00 $).

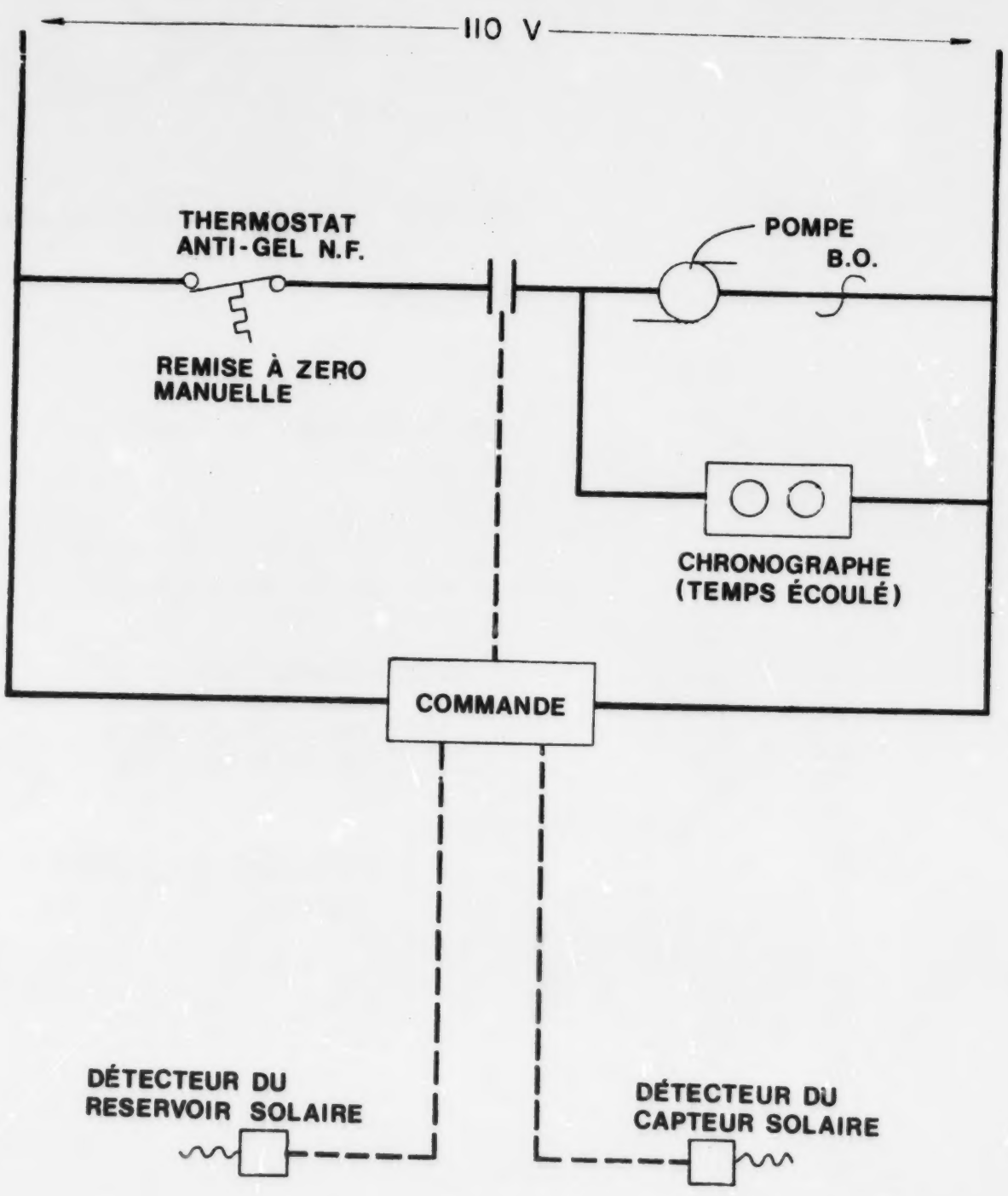
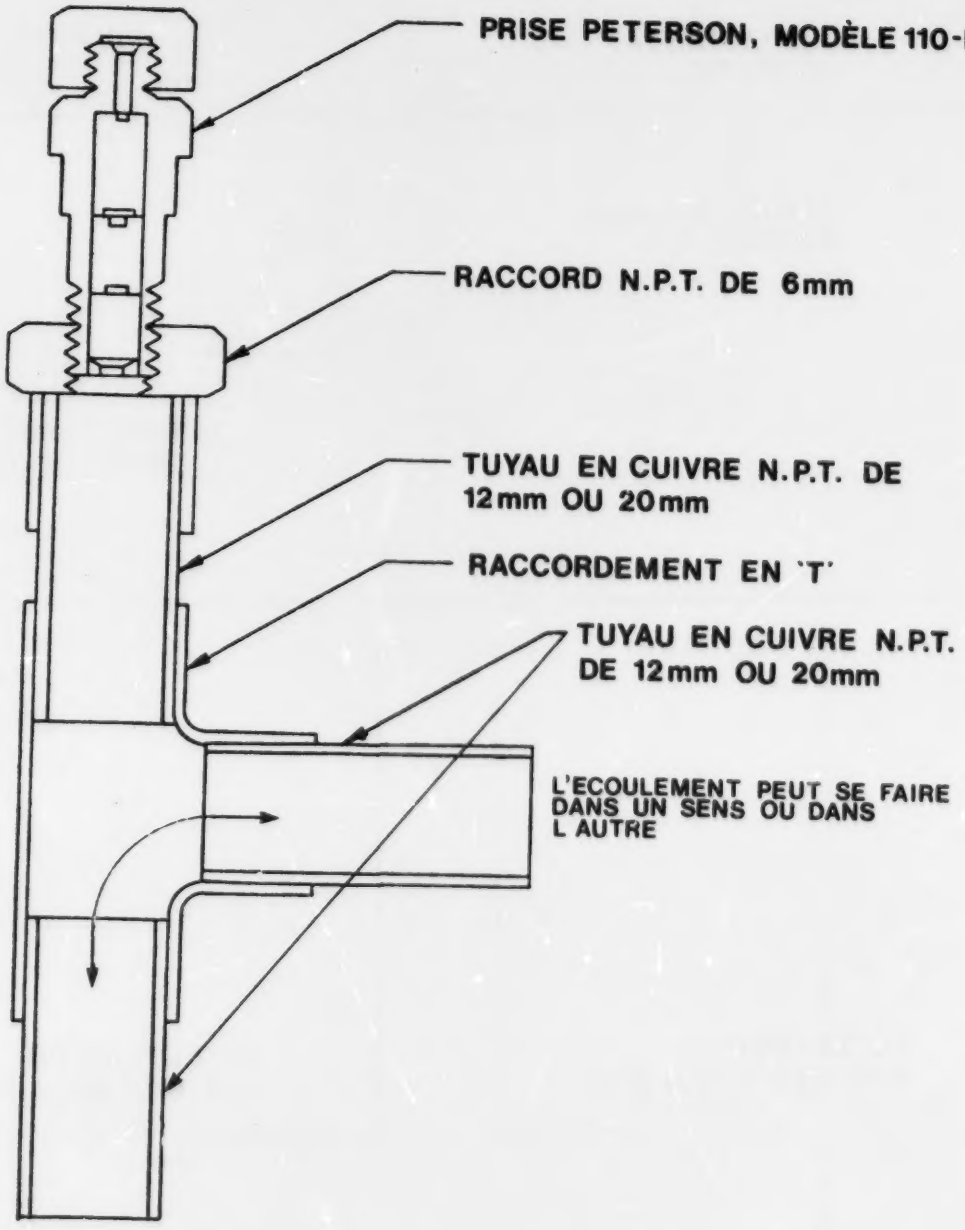
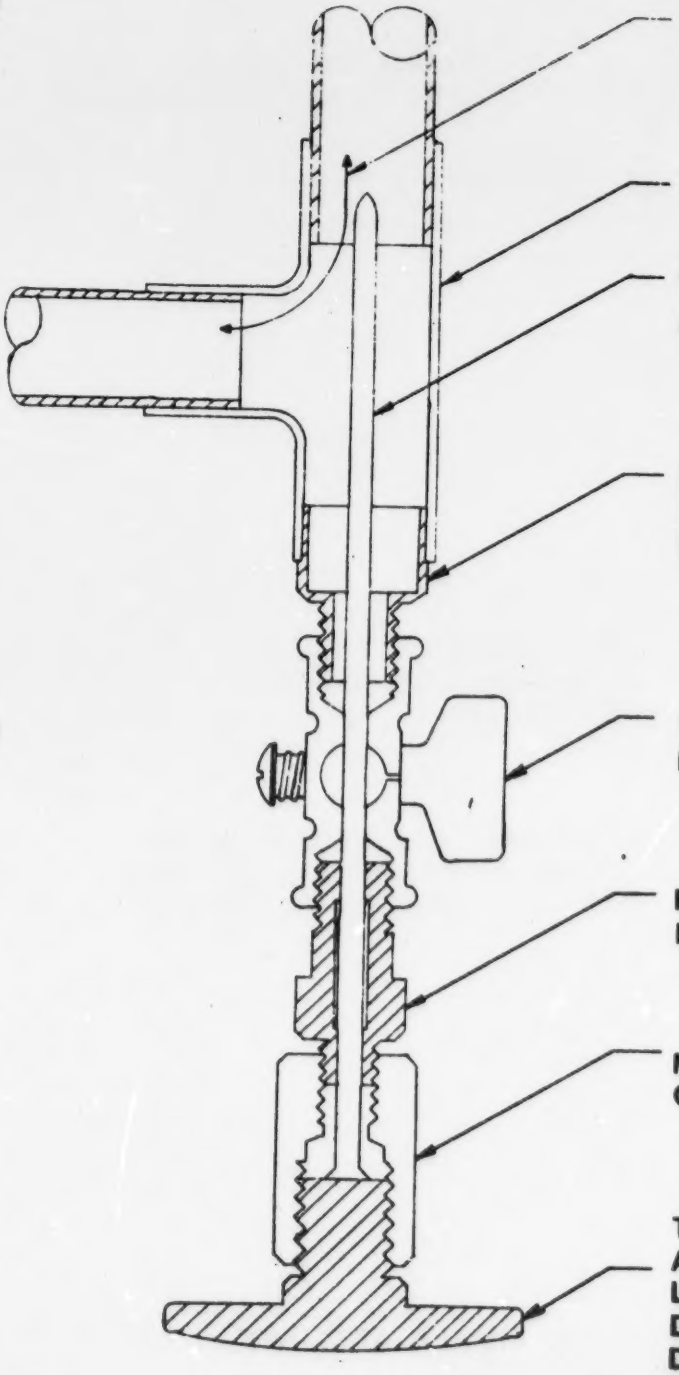


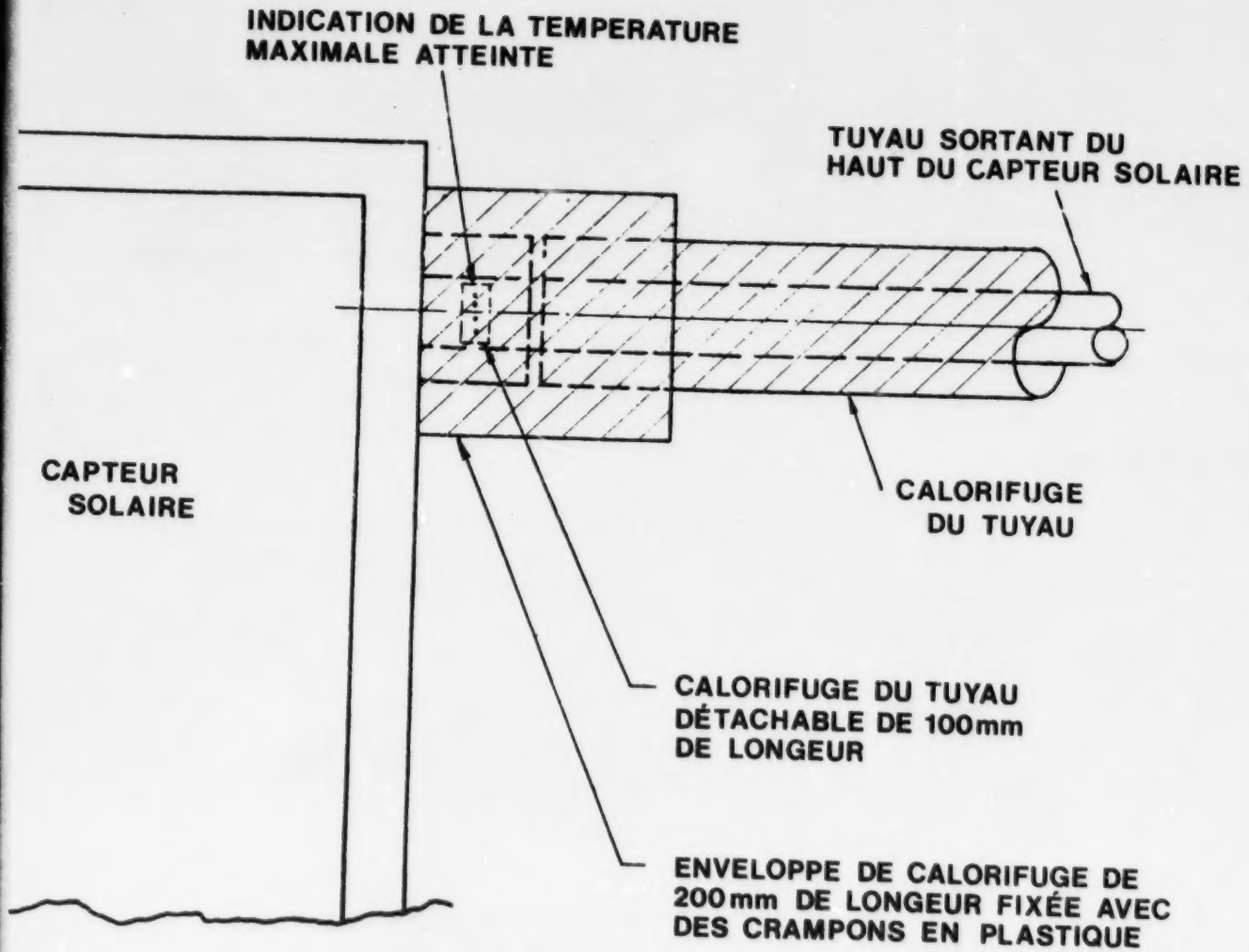

SCHÉMA DU CÂBLAGE ÉLECTRIQUE




DÉTAIL D'INSTALLATION D'UNE PRISE PETERSON




DÉTAIL D'INSTALLATION DE LA PRISE PETERSON ET DU THERMOMÈTRE




**INDICATEUR DE LA TEMPÉRATURE MAXIMALE ATTEINTE À LA SORTIE DU CAPTEUR**

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL

## ÉTAPE I - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE

## ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈMES À VIDANGE TEMPORAIRE

RÉVISÉ EN MARS 1984

MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

ÉTAPE I - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE

ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

TABLE DES MATIÈRES


| | Page |
|---|---|
| INTRODUCTION | 1 |
| ORGANISATION DU MONITORAGE | 2 |
| TYPES DE SYSTÈMES | 3 |
| B) SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE | 5 |
| 1. Description générale des systèmes à vidange temporaire | 5 |
| 2. Description générale des systèmes sous pression à vidange temporaire | 8 |
| 3. Description générale des systèmes à vidange saisonnière | 10 |
| Tableau des problèmes de fonctionnement | 36 |
| 4. Lignes directrices pour l'instrumentation | 12 |
| a) Thermomètre dans la boucle du système à vidange temporaire | 12 |
| b) Thermomètre dans les canalisations d'alimentation et de retour de l'eau domestique | 14 |
| c) Indicateur d'écoulement dans la boucle du système à vidange temporaire | 15 |
| d) Manomètre | 17 |
| e) Protection contre le gel | 18 |
| f) Réservoir de vidange avec indicateur de niveau | 19 |
| g) Chronographe (temps écoulé) pour la pompe de la boucle du système à vidange temporaire | 20 |
| h) Protection contre les températures élevées | 20 |
| SCHÉMA DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE (modèle à pompe unique) | 22 |
| SCHÉMA DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE (modèle à deux pompes) | 23 |
| SCHÉMA DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU DOMESTIQUE (à vidange saisonnière de recirculation) | 24 |
| 5. Vérification de la performance du système | 25 |
| 6. Directives concernant le monitorage opérationnel et l'entretien | 27 |
| LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR | 29 |
| CALENDRIER D'ENTRETIEN | 30 |
| TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT | 37 |
| LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR | 40 |

PAGE

7. Caractéristiques des instruments recommandés---------- 44

8. Coût de l'instrumentation avec installation---------- 46

SCHÉMA DU CABLAGE ÉLECTRIQUE---------- 49

DÉTAIL D'INSTALLATION D'UNE PRISE PETERSON--------- 50

## INTRODUCTION

Le but du monitorage opérationnel est de fournir des moyens de garantir:

- que le système de chauffage solaire fonctionne conformément à sa conception;
- que les problèmes de fonctionnement et les pannes sont détectés le plus rapidement possible;
- que des mesures soient prises avant que des dommages sérieux ne se produisent et que des réparations coûteuses ne s'avèrent nécessaires;
- que le système aura une longue durée de vie;
- que les coûts à long terme de fonctionnement et d'entretien sont réduits au minimum;
- que l'entretien s'effectue à intervalles réguliers et déterminés.

## ORGANISATION DU MONITORAGE

Lors de l'établissement des méthodes de monitorage pour les systèmes autonomes de chauffage solaire, on doit prendre en considération ce qui suit:

- L'appareillage doit être fondamental et peu coûteux.

- Le personnel sans formation technique, tel que le personnel d'entretien du bâtiment, doit pouvoir faire les inspections régulières et établir des diagnostics simples.

- Un programme d'entretien périodique doit comprendre un calendrier des travaux d'entretien ainsi que des listes de points de vérification.

- Le personnel sans formation technique, tel que le personnel d'entretien du bâtiment, doit pouvoir prendre les mesures correctives ou autres qui s'imposent.

- Des relevés simples doivent être faits régulièrement et être examinés de façon plus approfondie par un technicien qui en tirera un diagnostic.

- Des mesures doivent être prises pour qu'il soit possible de brancher facilement les instruments de précision requis pour la mise en service, le réglage de précision, le dépannage et la vérification du rendement par le personnel technique.

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

## ÉTAPE 1 - SYSTÈMES AUTONOMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE

### TYPES DE SYSTÈMES

Les publications de l'Association des industries solaires du Canada décrivent les trois catégories suivantes de systèmes autonomes de chauffage de l'eau domestique assistés par énergie solaire:

A) Les systèmes en boucle fermée
B) Les systèmes à vidange temporaire et les systèmes sous pression à vidange temporaire

Ce volume ne traite que des systèmes à vidange temporaire et des systèmes sous pression à vidange temporaire (B). Les systèmes suivants sont compris dans cette catégorie:

"Solarsystems"
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 19)

"Petro Sun"
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 25)

"Sol-Way"
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 29)

TYPES DE SYSTÈMES (suite)

"Solatherm" sous pression à vidange temporaire
(Fiche technique de l'équipement solaire n° 24)

"Nortec/Norsun" à vidange saisonnière
(Imprimé des produits Nortec US-03)

"Solartech", modèles DBS-1-2, DBS-1-3, etc.

"Sun-Ray Solar Systems Ltd.", modèles SR-DB-1,2,3

## Système à vidange temporaire et système sous pression à vidange temporaire

### 1. Description générale des systèmes à vidange temporaire

a) Le système d'eau chaude domestique à vidange temporaire est de type primaire-secondaire.

Le circuit primaire, appelé ci-après boucle à vidange temporaire, se compose d'une boucle en tube ouverte à l'atmosphère, reliant des capteurs avec un réservoir de stockage de circuit primaire, appelé ci-après réservoir de vidange temporaire. De l'eau, emmagasinée dans le réservoir de stockage lorsque le système ne fonctionne pas, sert de caloporteur. Chaque fois que de la chaleur est disponible à une température suffisamment élevée pour chauffer l'eau domestique, la commande à différentiel de température actionne la pompe de vidange. L'eau est alors pompée et circule dans les capteurs solaires pour retourner ensuite au réservoir de vidange temporaire. Une fois le cycle complété, toute l'eau en suspens retourne au réservoir par gravité, en passant dans les canalisations d'alimentation et de retour des capteurs solaires.

Le réservoir de vidange temporaire est ouvert à l'atmosphère et contient soit un échangeur de chaleur à faisceau de tubes de cuivre ou un échangeur de chaleur submergé dans le réservoir. L'échange de chaleur se fait entre l'eau contenue dans le réservoir de vidange et l'eau domestique qui circule à travers le faisceau de tubes de cuivre ou le réservoir submergé.

1. Description générale des systèmes à vidange temporaire (suite)

a) (suite)

La pompe installée dans la boucle à vidange temporaire est commandée par une commande MARCHE-ARRÊT à différentiel de température, les détecteurs étant situés à la sortie du groupe de capteurs, ou près de celle-ci, et au réservoir d'eau domestique. La pompe est mise en marche par un différentiel de température réglable sur un écart $\Delta T$ de 5°C à 15°C et est arrêtée par un différentiel de température réglable sur un écart $\Delta T$ de 1°C à 4°C.

Dans le cas du système à vidange temporaire "Petro-Sun", l'eau domestique est dirigée dans l'échangeur de chaleur à faisceau de tubes de cuivre au moyen d'une pompe supplémentaire actionnée en parallèle avec la pompe de la boucle de vidange temporaire. La source de froid est représentée par un réservoir de stockage supplémentaire contenant l'eau domestique.

Dans le cas des systèmes à vidange temporaire "Solarsystems", le réservoir de vidange temporaire est de plus grand format et sert en même temps de source de froid. Ce type ne requiert pas de pompe de circulation supplémentaire dans le circuit d'eau domestique.

1. Description générale des systèmes à vidange temporaire (suite)

a) (suite)

Dans le cas du système à vidange temporaire "Sol-Way", le réservoir de vidange entoure le réservoir d'échange de chaleur submergé et aucune pompe de circulation supplémentaire n'est requise.

Les systèmes de chauffage solaire à vidange temporaire sont relativement sûrs en ce qui a trait à la contamination mutuelle entre les circuits primaire et secondaire. Étant donné que la pression de l'eau domestique est considérablement plus élevée que celle de l'eau du réservoir de vidange temporaire, une fuite dans l'échangeur de chaleur ferait que l'eau domestique s'évacue dans le réservoir de vidange temporaire et s'écoule à travers l'évent ouvert à l'atmosphère. Le circulateur installé dans la boucle à vidange temporaire doit pouvoir fournir une hauteur d'élévation suffisante pour que l'eau se rende dans la partie supérieure des capteurs solaires.

b) Caloporteur

L'eau contenue dans la boucle à vidange temporaire sert de caloporteur. Aucun produit chimique anti-corrosif n'est ajouté étant donné que tous les composants de la boucle sont en cuivre. Il faut ajouter de l'eau périodiquement afin de compenser les pertes d'eau sous forme de vapeur.

1. Description générale des systèmes à vidange temporaire (suite)

b) Caloporteur (suite)

La plupart des fabricants recommandent de couvrir la surface de l'eau du réservoir à vidange d'une pellicule d'huile de silicone afin de réduire l'évaporation.

c) Soupape de décharge servant à protéger l'échangeur de chaleur - (Les dépliants des fabricants ne précisent pas ces exigences supplémentaires).

Une soupape de décharge supplémentaire doit être installée dans le circuit d'eau domestique de l'échangeur de chaleur.

Cette mesure sert à protéger le circuit de l'échangeur contre l'établissement d'une pression trop grande lorsque le système solaire est mis en dérivation et que les vannes d'isolement sont fermées manuellement à des fins de réparation ou autres.

2. Description générale des systèmes sous pression à vidange temporaire

Le système sous pression à vidange temporaire, comme celui que fabrique "Solatherm", offre l'avantage d'éliminer la nécessité d'un deuxième échangeur de chaleur, étant donné que l'échangeur de chaleur se trouve

2. Description générale des systèmes sous pression à vidange temporaire (suite)

situé directement entre l'eau domestique et les capteurs solaires. L'eau domestique est dirigée dans les capteurs chaque fois qu'il y a de la chaleur disponible (tel que déterminé par la commande à différentiel de température qui capte les températures aux capteurs solaires et au réservoir de stockage). Un compresseur d'air maintient un coussin d'air dans la partie supérieure du réservoir afin de garder constant le niveau d'eau. Le compresseur peut maintenir une pression maximale de 350 kPa (50 lb/po$^2$); par conséquent, la pression de l'eau de la municipalité doit être réglée à un point de consigne égal ou inférieur à cette valeur au moyen d'une soupape de décharge installée dans la canalisation d'alimentation en eau de la municipalité.

Lorsque la pompe s'arrête, l'air comprimé remplit les conduites d'alimentation et de retour des capteurs solaires ainsi que les capteurs. Une vanne électromagnétique située dans la conduite d'alimentation de l'eau domestique se ferme immédiatement sur déclenchement d'un avertisseur de haut niveau d'eau ou lors d'une panne de courant.

Il peut être nécessaire d'installer une vanne électromagnétique ou un clapet de retenue supplémentaire dans la canalisation d'eau domestique lorsqu'il y a risque de corrosion des organes internes et des raccords d'appareils.

2. Description générale des systèmes sous pression à vidange temporaire (suite)

Étant donné que l'eau domestique est chauffée dans les capteurs solaires, la formation de dépôts de calcium peut constituer un problème. Lorsque le coefficient de dureté de l'eau est supérieur à 40, le fabricant ne recommande pas l'utilisation d'un tel système, sauf si un adoucisseur d'eau est employé.

Le système de commandes diffère de celui des autres systèmes à vidange temporaire en ce sens que deux paires différentes de capteurs sont utilisées pour mettre en marche et arrêter la pompe. En outre, la sonde de niveau d'eau actionne le compresseur d'air, et un avertisseur sonore indique que le niveau d'eau est élevé et ferme la vanne électromagnétique, afin d'isoler le circuit de la boucle fermée de celui de l'eau domestique.

Aucun schéma n'est inclus dans la présente section, étant donné qu'on procède à l'heure actuelle à une révision de la conception du système autonome en vue d'y effectuer des modifications mineures.

3. Description générale du système à vidange saisonnière

Ce genre de système convient bien pour les régions où le climat est tempéré et suppose que la boucle du capteur est vidée pendant les mois de plus grands froids.

3. Description générale du système à vidange saisonnière (suite)

L'eau domestique circule directement dans les capteurs solaires grâce à une pompe de circulation, éliminant ainsi la nécessité d'un échangeur de chaleur. Pendant les périodes de fonctionnement, la commande à différentiel de température standard actionne la pompe. Un détecteur de température supplémentaire, réglé entre 3°C et 5°C, est situé à 1 mètre en aval de la sortie des capteurs et assure le fonctionnement de la pompe à des températures s'approchant du point de congélation.

La vanne de protection contre le gel, un interrupteur marche-arrêt autonome, située immédiatement en avant du point de retour de l'eau vers la pièce chauffée, s'ouvre lorsque la température s'approche du point de congélation. Cette vanne est considérée comme une mesure de protection supplémentaire en cas de panne de courant; l'écoulement stable de l'eau dans les canalisations des capteurs et dans les capteurs est ainsi assuré.

Comme la vanne de protection contre le gel, le clapet de retenue du système doit être situé dans la canalisation de retour du capteur, près du réservoir, afin d'assurer l'écoulement dans un sens seulement pendant les périodes où la vanne de protection contre le gel est ouverte.

3. Description générale du système à vidange saisonnière (suite)

Étant donné que l'eau domestique est chauffée dans les capteurs, la formation de dépôts de calcium dans les tubes des capteurs peut constituer un problème dans les régions où l'eau est dure. Il peut être nécessaire d'utiliser un adoucisseur d'eau si le fabricant le recommande.

4. Lignes directrices pour l'instrumentation

Les instruments suivants sont nécessaires pour effectuer les inspections régulières de base et permettre la détection de conditions anormales de fonctionnement.

a) Thermomètres dans la boucle de vidange temporaire

La température du fluide dans la boucle de vidange temporaire peut normalement varier entre 10°C et 90°C. Lorsque la pompe fonctionne, le (ou les) thermomètre(s) dans la boucle indique(nt) la température du caloporteur; lorsque la pompe est hors service, le (ou les) thermomètre(s) se stabilise(nt) pour indiquer la température de la pièce.

Le différentiel de température entre les canalisations d'alimentation et de retour des capteurs varie en fonction de l'installation du

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Thermomètres dans la boucle de vidange temporaire (suite)

système et de l'ensoleillement (quantité d'énergie solaire absorbée).

A l'incidence solaire maximale, un système équilibré adéquatement (débit nominal de 4,0 L/s min/2 $m^2$ de capteur) devrait présenter une différence de température de 5°C entre les canalisations d'alimentation et de retour du capteur.

La différence moyenne de température par une journée ensoleillée devrait être moins de deux fois plus petite que celle qui est indiquée pour l'incidence solaire maximale.

L'expérience a montré que les thermomètres à liquide ou les thermomètres bi-métalliques qu'on trouve sur le marché ne sont généralement pas étalonnés, ou ne conservent pas leur étalonnage, à des tolérances suffisamment précises, et, à moins qu'une paire de thermomètres en relation étroite l'un avec l'autre ne soit installée, les lectures du différentiel (de 0°C à 6°C max.) qui seraient obtenues avec un thermomètre n'auraient pas de signification et pourraient même induire en erreur l'opérateur.

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

a) Thermomètres dans la boucle de vidange temporaire (suite)

Il est recommandé de n'installer qu'un thermomètre dans la boucle fermée, situé du côté refoulement de la pompe dans la canalisation d'alimentation du capteur ou dans le réservoir de vidange temporaire. Pour les inspections régulières, ce thermomètre indiquera approximativement la température de la boucle du capteur.

b) Thermomètres dans les canalisations d'alimentation et de retour de l'eau domestique

Dans des conditions normales, il est peu utile à l'opérateur de connaître la température de l'eau dans le circuit de chauffage d'eau domestique.

Dans le cas des systèmes autonomes "Solarsystem" et "Sol-Way", la température de l'eau domestique qui entre dans l'échangeur de chaleur est celle de la source d'alimentation en eau froide. La température de l'eau à l'entrée peut donc varier entre 1°C et 15°C, selon la source et la période de l'année. La température à la sortie de l'échangeur de chaleur variera suivant la quantité d'eau chaude tirée à travers l'échangeur de chaleur et la température moyenne de l'eau qui est chauffée par le soleil et celle qui est emmagasinée.

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

b) Thermomètres dans les canalisations d'alimentation et de retour de l'eau domestique (suite)

Dans le cas du système "Petro-Sun", la température de l'eau domestique qui entre dans l'échangeur de chaleur se situe entre la température de l'eau chauffée par le soleil et celle qui est emmagasinée d'une part, et celle de la source d'alimentation en eau froide d'autre part, selon la quantité d'eau domestique utilisée. La température de l'eau domestique qui sort de l'échangeur de chaleur sera normalement de 1°C à 6°C plus élevée que la température de l'eau qui entre dans l'échangeur de chaleur.

Il n'est pas recommandé de poser des thermomètres dans le circuit d'eau domestique pour le monitorage régulier du rendement.

c) Indicateur d'écoulement dans la boucle à vidange temporaire

L'absence d'écoulement dans le circuit en boucle à vidange temporaire pendant les heures d'ensoleillement provoque un arrêt complet du système. Il est très important de s'assurer régulièrement qu'il y a circulation à l'intérieur de la boucle à vidange temporaire chaque fois que de la chaleur solaire est absorbée à une température

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

c) Indicateur d'écoulement dans la boucle à vidange temporaire (suite)

utile pour les capteurs. L'absence d'écoulement peut être attribuée à plusieurs causes:

- fusible grillé ou disjonction déclenché;
- commande en position d'arrêt;
- circuit ouvert ou court-circuit dans le câblage de la commande allant vers le(s) détecteur(s) de température;
- blocage à un endroit quelconque de la boucle;
- turbine de la pompe défectueuse, bloquée ou endommagée;
- gel d'une section du circuit.

Il est recommandé qu'un indicateur d'écoulement soit installé à un point facilement accessible de la boucle à vidange temporaire afin d'en permettre l'observation. Dans le cas du système "Petro-Sun", il est recommandé d'installer des indicateurs d'écoulement dans la boucle à vidange temporaire et dans la boucle de l'eau domestique pompée. Il faut éviter d'installer des indicateurs d'écoulement de type à bille montante ou certains de type "Vane" dans les systèmes à vidange temporaire étant donné que ces indicateurs servent aussi de clapet de retenue.

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

c) Indicateur d'écoulement dans la boucle à vidange temporaire (suite)

L'indicateur de débit "CALQFLOW" a été modifié avec succès de façon à ne pas servir de clapet de retenue. Quelques systèmes utilisent maintenant cet instrument ainsi que certains autres comme indicateurs de niveau et comme dispositifs de mesure du débit. Pour ce faire, on installe les appareils en position verticale, du côté opposé au niveau de vidange temporaire du réservoir.

d) Manomètre

Il n'est pas nécessaire d'installer un manomètre dans la boucle à vidange temporaire puisqu'il est possible d'observer la circulation à l'aide d'un indicateur d'écoulement. Un manomètre peut cependant s'avérer utile lors de la mise en service et du dépannage. Au moment de la mise en service, le manomètre indique comment s'établit la pression à mesure que la canalisation d'alimentation des capteurs se remplit d'eau. Lorsque l'eau commence à pénétrer dans la canalisation de retour pour retourner au réservoir, la pression baisse à cause de l'effet de siphon.

La hauteur d'élévation de la pompe se stabilisera alors à un point convenable pour produire la pression

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

d) Manomètre (suite)

combinée requise pour vaincre la friction des tuyaux et une petite quantité de pression statique.

Il est recommandé d'installer un raccord avec vis-robinet du côté aspiration de la pompe de façon à pouvoir poser un manomètre dont le personnel technique se servira pour la mise en service, le dépannage, etc.

e) Protection contre le gel

Un système à vidange temporaire installé correctement ne gèle pas, sauf si la pompe ne fonctionne pas normalement et effectue des cycles lorsque la température des capteurs est inférieure au point de congélation. Ce problème pourrait être dû à un mauvais fonctionnement du système de commandes, à un court-circuit dans le câblage allant vers le détecteur au capteur, à un circuit ouvert dans le câblage allant vers le détecteur au réservoir de stockage, à une commande défectueuse ou au réglage accidentel de la commande en position "Manuel".

Il est recommandé d'installer un thermostat de protection contre le gel comprenant un réenclechement manuel, le bulbe à distance étant installé dans la canalisation de retour au réservoir

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

e) Protection contre le gel (suite)

de vidange temporaire. Le dispositif devrait être à 5°C et câblé en série avec le moteur de la pompe.

Il n'est pas recommandé de relier de quelque façon que ce soit le thermomètre de protection contre le gel au système de commandes afin qu'il puisse agir comme circuit de commande indépendant.

f) Réservoir de vidange temporaire avec indicateur de niveau

Les ensembles de système solaire sont munis d'un tube de verre indicateur (tube en plastique transparent), monté verticalement et adjacent au réservoir de vidange temporaire, ou d'un autre type d'indicateur de niveau.

Il faut ajouter de l'eau périodiquement au moyen du robinet de remplissage afin de compenser les pertes d'eau par évaporation. Une baisse considérable du niveau d'eau dans un court laps de temps pourrait indiquer une fuite dans la boucle à vidange temporaire. Une forte élévation du niveau d'eau et un trop-plein pourraient indiquer une fuite dans l'échangeur de chaleur.

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

g) Indicateur de temps écoulé pour la pompe de la boucle à vidange temporaire

Étant donné que les systèmes de chauffage solaires autonomes ne sont pas inspectés régulièrement par du personnel technique, le personnel non technique peut déterminer, à partir du temps de marche de la pompe pendant une période déterminée, si le système a fonctionné trop souvent ou s'il n'a pas fonctionné assez souvent. Il peut en tirer les conclusions suivantes:

- le système a fonctionné trop souvent en raison de problèmes au niveau de l'unité de commande;
- le système ne fonctionne pas à cause d'une coupure de l'alimentation ou de problèmes de l'unité de commande;
- le capteur ne fonctionne pas parce que les capteurs sont recouverts de neige ou pour toute autre raison;

h) Protection contre les hautes températures

Certains fabricants de systèmes à vidange temporaire offrent, en option ou comme matériel standard, des thermomètres de protection contre les températures

4. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

h) Protection contre les hautes températures (suite)

élevées afin de limiter la température du caloporteur à 90°C.

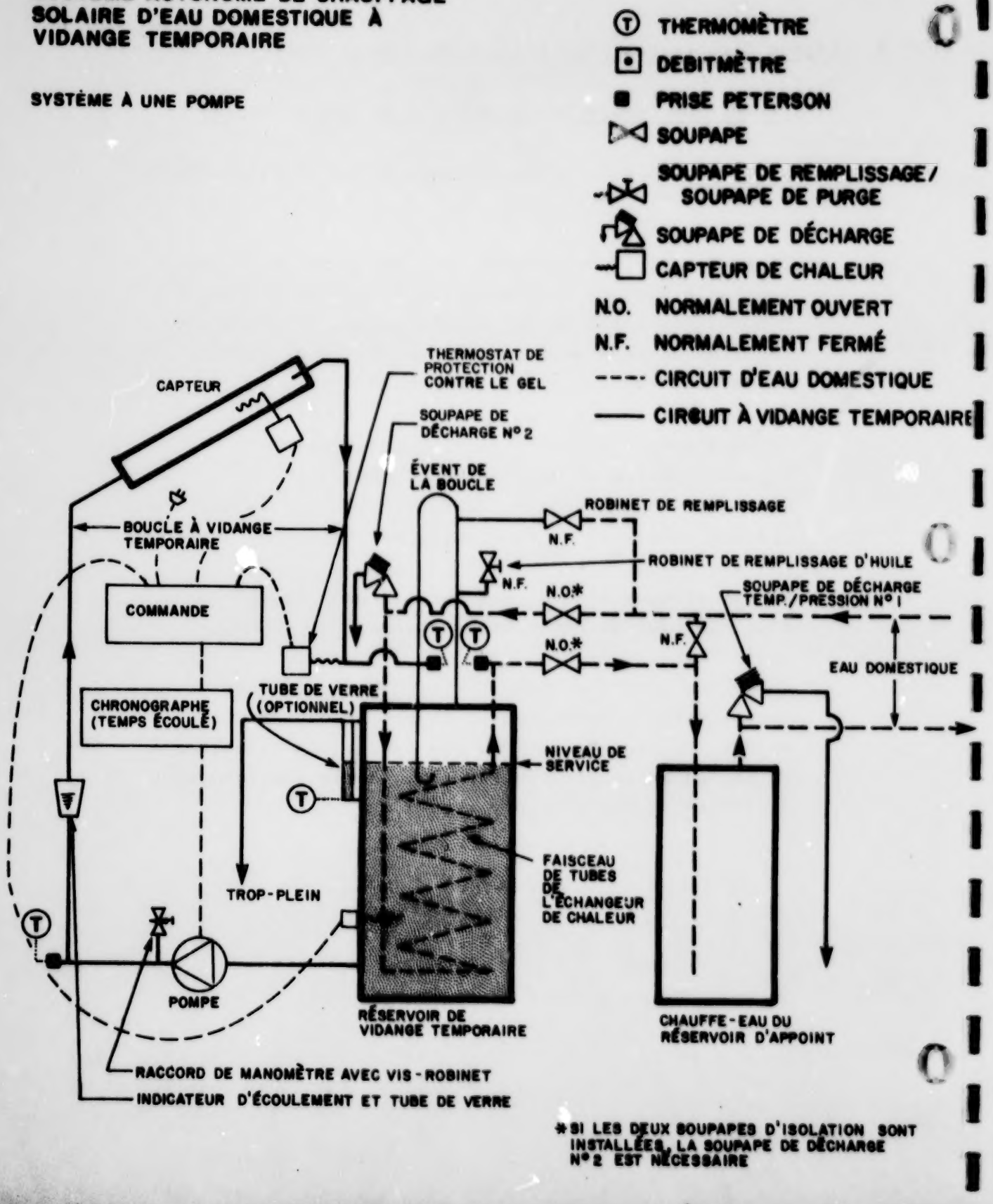
Il peut y avoir surchauffe de l'eau dans certaines boucles à vidange temporaire et formation de vapeur pendant les périodes de captage excessif de chaleur, les fins de semaine ou les jours de congé, lorsque la demande en eau domestique est considérablement réduite. La protection contre les hautes températures s'effectue électroniquement par l'intermédiaire du système de commandes et du détecteur de température du réservoir de stockage grâce à un niveau de référence pré-réglé.

Il est recommandé que tous les systèmes soient munis d'un limiteur de haute température.

Comme une secousse thermique risque d'endommager certains types de capteurs, il est important de suivre les recommandations des fabricants relatives à la remise en service des systèmes après une fermeture de limite de haute température.

# SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE D'EAU DOMESTIQUE À VIDANGE TEMPORAIRE

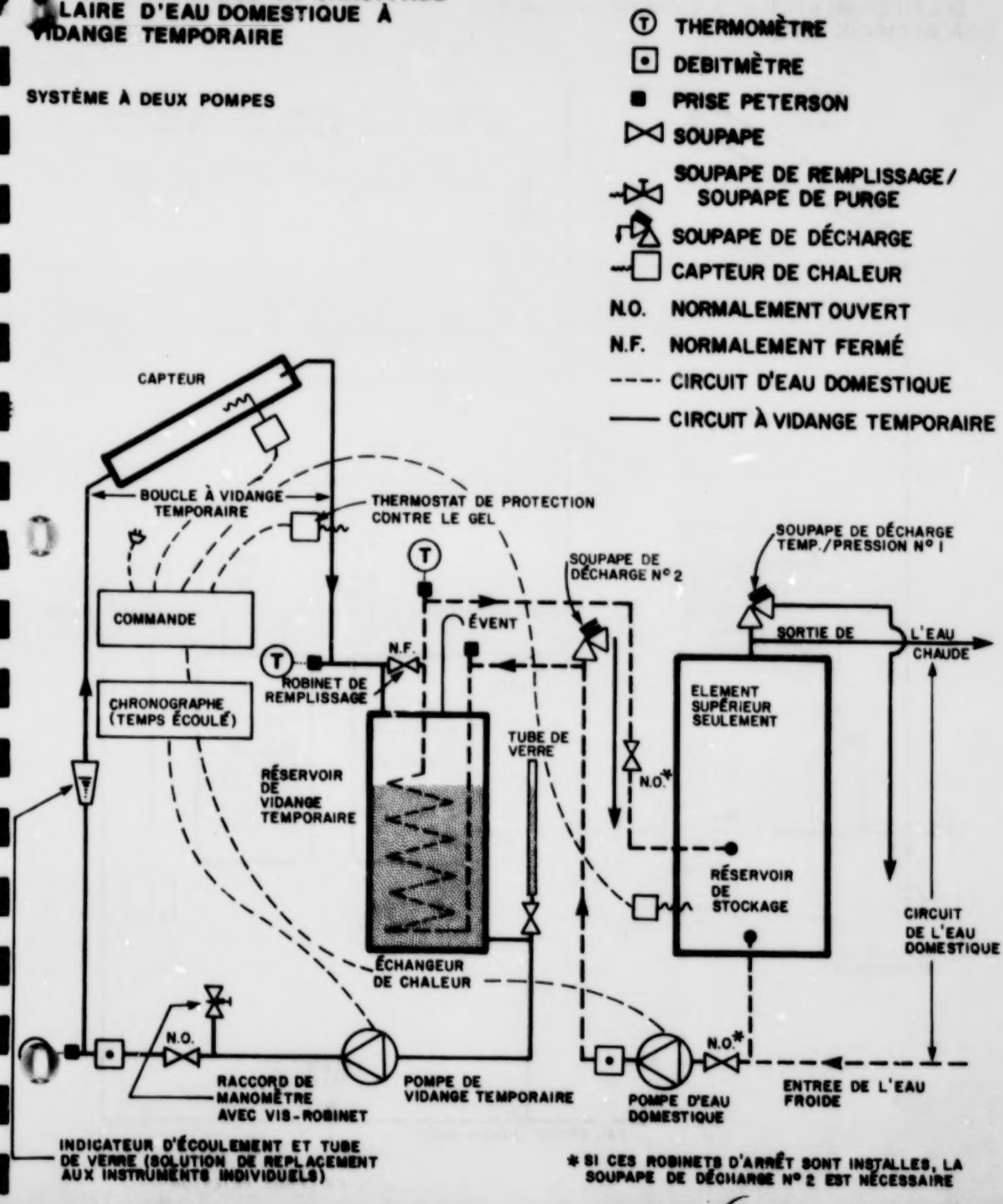
## SYSTÈME À UNE POMPE



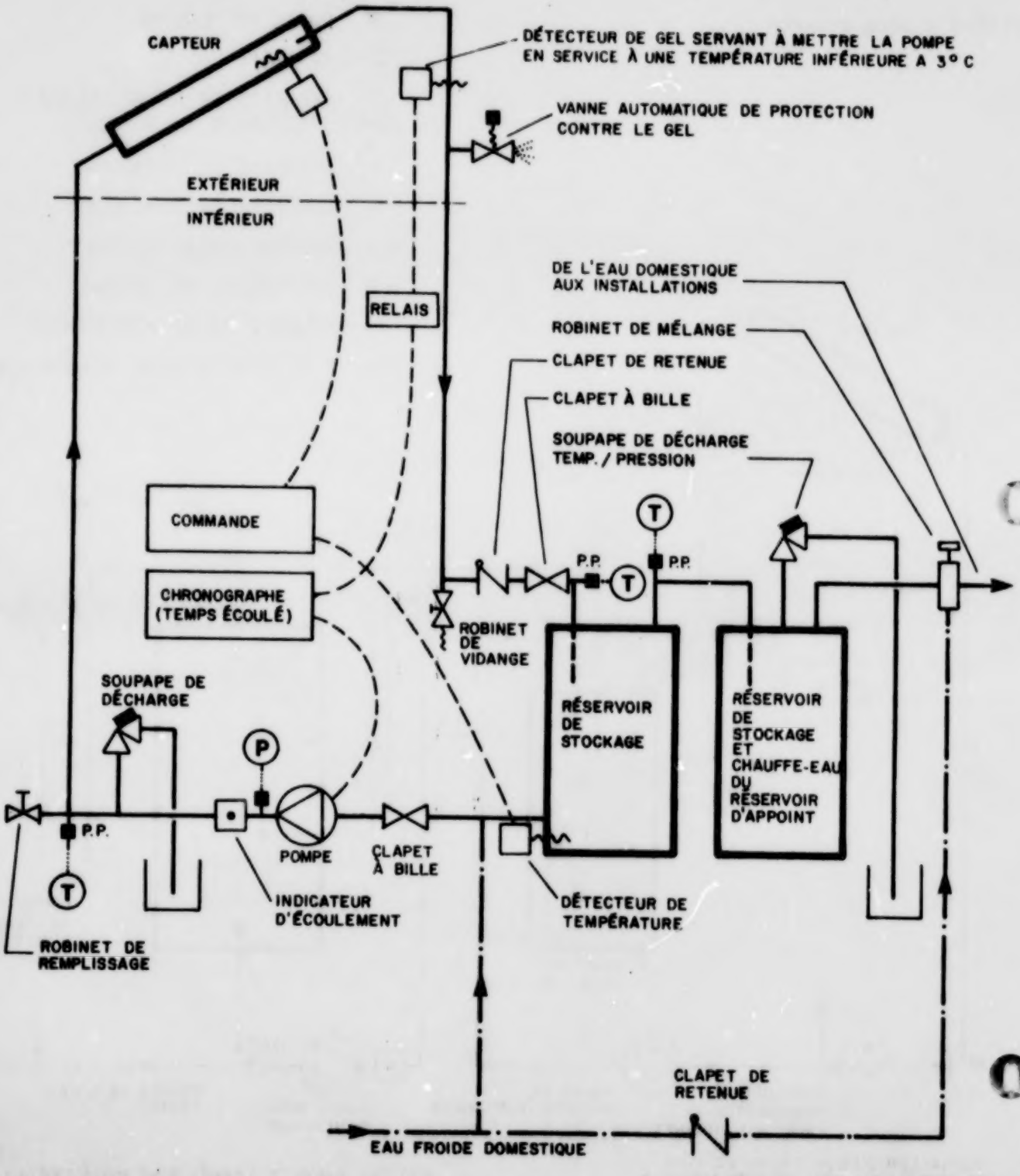

*SI LES DEUX SOUPAPES D'ISOLATION SONT INSTALLÉES, LA SOUPAPE DE DÉCHARGE N° 2 EST NÉCESSAIRE

# SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE D'EAU DOMESTIQUE À VIDANGE TEMPORAIRE

## SYSTÈME À DEUX POMPES



# SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE D'EAU DOMESTIQUE À VIDANGE SAISONIÈRE À RECIRCULATION



## 5. Vérification de la performance du système

Les canalisations doivent être conçues de manière à permettre le dépannage. Ainsi, il devrait y avoir des "points d'accès" permettant de mesurer les températures et les débits au moyen d'instruments de précision.

### La température

Les prises Peterson servant à relever la température permettent l'utilisation de sondes avec DTR, semi-conducteur, thermistor ou éléments de thermocouple ayant un diamètre de 3 à 4 mm. Ces prises permettent aussi d'utiliser un thermomètre fourni sur place pour relever la température à plusieurs endroits.

Il est recommandé d'installer des prises Peterson dans la tuyauterie d'alimentation et de retour des capteurs (boucle de vidange temporaire) et dans la canalisation d'eau domestique illustrée sur le schéma.

Lorsque les prises Peterson servent à recevoir des thermomètres pour une longue période, il est recommandé d'installer des robinets afin de faciliter le changement pour les sondes électroniques avec des pertes minimales de liquide. Lorsque les prises Peterson servent pour le monitorage occasionnel de précision au moyen de sondes électroniques, les robinets ne sont pas nécessaires, étant donné que les joints d'étanchéité sont très efficaces et que les pertes de liquide seront minimes lors de l'enlèvement des sondes.

5. Vérification de la performance du système (suite)

Dans les cas où une prise Peterson n'est pas utilisée à des fins de monitorage, on fixe un obturateur à vis avec joint comme mesure de sécurité.

Écoulement

Il peut être souhaitable de mesurer l'écoulement du liquide dans la boucle à vidange temporaire à l'aide d'instruments de précision et obtenir ainsi, grâce à l'utilisation conjointe d'intégrateurs d'écoulement et de sondes de température, les données nécessaires à l'évaluation du rendement énergétique.

Si l'on prévoit un tel monitorage énergétique, il est recommandé que deux robinets de 20 mm munis d'une extrémité pour tuyau flexible, d'une chaîne et d'un bouchon soient installés, un de chaque côté d'un robinet-vanne de 20 mm. Ces robinets pourraient être raccordés à un débitmètre portatif. Pendant la mesure de l'écoulement, le robinet-vanne se trouve fermé et le débitmètre est raccordé aux robinets de vidange et de remplissage à l'aide d'un tuyau flexible.

Les systèmes autonomes "Solarsystems" comprennent déjà un robinet-vanne et un robinet de vidange. Il faut faire preuve de prudence au moment de mesurer l'écoulement au côté aspiration de la pompe de façon à éviter la formation de poches.

La chute de pression maximale indiquée sur l'indicateur d'écoulement devrait être de 3,5 kPa à un débit de 25 L/min.

5. Vérification de la performance du système (suite)

Dans le cas des systèmes "Petro-Sun" et "Sol-Way", il est nécessaire d'ajouter un robinet-vanne et deux robinets de vidange du côté refoulement de la pompe. La pression statique existante au côté aspiration de la pompe n'est pas assez élevée pour empêcher la formation de poches à cause de la faible hauteur du réservoir de stockage.

Si on désire mesurer l'écoulement en même temps que la hausse de température dans le circuit d'eau domestique, il est possible de raccorder le débitmètre à l'une des sorties normales du circuit d'eau chaude domestique:

- le robinet de vidange situé au bas du chauffe-eau d'appoint
- le robinet de cuisine
- le robinet de bain ou de douche
- le robinet extérieur pour tuyau d'arrosage

Durant les périodes de monitorage du rendement instantané du circuit secondaire, l'eau sera évacuée dans un égout.

6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez

6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel (suite)

de renseignements à l'opérateur pour qu'il puisse effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité et du rendement du système considéré.

Le calendrier d'entretien liste pour chacun des éléments du système les opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tener compte des particularités du système visé.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut faciliter la localisation des problèmes de fonctionnement. La section "Lignes directrices pour l'opérateur" explique le fonctionnement de chacun des éléments de commande et de monitorage en tenant compte des concepts présentés dans le guide. Elle a pour objet d'aider l'opérateur à bien régler et contrôler le système, à localiser les défectuosités éventuelles et à apporter les correctifs appropriés.

## LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

### LISTE A VIDANGE TEMPORAIRE

**PROJET:** FABRICANT DU SYSTÈME AUTONOME:

**OPÉRATEUR:** MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Conditions de température (en cocher une) | | | Temp. extér. approx. (°C) | Système en circuit (oui ou non) | Pompe de la boucle à vidange temporaire en marche (oui ou non) | Pompe d'eau domestique en marche (oui ou non) | Écoulement dans la boucle à vidange temporaire (oui ou non) | Écoulement dans la boucle à vidangé temporaire (oui ou non) | Écoulement dans la boucle d'eau domestique (oui ou non) | Tempé. de la boucle (°C | Temps écoulé (heures et dixièmes d'heures) | Fuites visibles (oui ou non) | Ajout d'eau (oui ou non) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ensoleillé | Partiel. ensoleil. | Nuageux sans soleil | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |



SR77/A

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| Système complet | Liste des points de vérification | x | x | x | | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| CAPTEURS: | | | | | | | |
| Panneaux | Examiner les panneaux; vérifier s'il y a bris, surchauffe ou fuite. | | | | x | | Le faire les jours ensoleillés, pendant que la pompe fonctionne. |
| | Enlever la neige. | | x | | | | Lorsque la quantité accumulée l'exige (les mois d'hiver). |
| Vitrage | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Aussi souvent qu'il le faut, selon le degré de saleté. |
| Évents | Vérifier et dégager les trous d'aération. | | | | | x | Le faire aussi lorsqu'il y a condensation pendant une période prolongée. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher là où il y a trace de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE VIDANGE TEMPORAIRE (suite) | Nettoyer, détartrer, enlever les sédiments et rincer. | | | | | x | Ne pas oublier les sondes. Le faire seulement lorsque l'accumulation de sédiments est notable. |
| | Examiner l'isolation du réservoir. Vérifier la pellicule d'huile qui réduit l'évaporation et ajouter de l'huile au besoin. | | | | | x | Suivre les recommandations du fabricant. |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température, les tours-minute. Écouter s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | | x | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de pompe vibrent, fuient, ou font du bruit. | | | | x | | Suivre les recommandations du fabricant. Remplacer les joints qui fuient. |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression ou l'écoulement engendrée. | | | | x | | |
| ÉCHANGEURS DE CHALEUR | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | | x | | Si c'est possible; sinon, vérifier l'écoulement dans la boucle. Suivre les recommandations du fabricant si un nettoyage s'impose. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **RÉSERVOIRS DE STOCKAGE** | Examiner l'isolation du réservoir. | | | | | x | |
| | Rechercher les signes de corrosion, de fuite, de déformation ou de fusion sur les réservoirs. | | | | | x | Remplacer ou réparer les réservoirs endommagés. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si c'est possible. | | | | | x | Les instruments montés sur les puits sont accessibles de l'extérieur. |
| **ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE** | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Vérifier le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer au besoin. |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les presse-étoupe et les joints étanches. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapes devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si c'est possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite)** | | | | | | | |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Actionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage. | | | | | x | Remplacer le vase à trop-plein sous le tuyau de sortie (s'il y en a un). |
| Évents | Pour le évents à entretenir, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | Beaucoup de systèmes à vidange temporaire ne comprennent pas d'évents. |
| Liquides | Vérifier le niveau. Ajouter de l'eau s'il le faut. | | | | x | | Les pertes dues à l'évaporation devraient normalement être légères. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | En observant l'indicateur d'écoulement ou de niveau. |
| **COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE** | | | | | | | |
| Commande à différentiel | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indicateurs du système. S'assurer du bon fonctionnement des pompes selon chaque réglage. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rallumer pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande pour les positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages électroniques ou numériques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains thermiques pour la vérification des points de consignes. |
| Autres instruments | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) du thermomètre, et du débitmètre. du débitmètre. | | | x | | | |
| Câblage (d'alimentation) | Vérifier si l'isolant présente des signes de rétrécissement ou de fragilité dans le voisignage des commandes, des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils ou les conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer une surchauffe du câblage; vérifier. |



ER11

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis des bornes | | | | | x | |

## TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

Le "Monitorage automatique" complet n'est pas considéré comme rentable pour les petits systèmes autonomes de chauffage d'eau domestique à énergie solaire. Le coût en capital requis pour l'instrumentation et l'installation serait de beaucoup disproportionné par rapport aux coûts en capital requis pour les systèmes solaires autonomes.

Toutefois, le monitorage de fonctionnement suivi, effectué au cours des "Inspections régulières", est considéré comme nécessaire pour assurer un fonctionnement efficace et pour détecter, aussitôt que possible, toute défectuosité qui apparaît; autrement, il pourrait en résulter des pannes et des dommages graves au matériel.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

### SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| **POMPE:** Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée.<br>- Fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- Problème électrique.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>- Fermeture due au thermostat de protection contre le gel.<br>- Problème aux détecteurs ou au capteur.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage. | - Pas de captage d'énergie solaire. | - Interrupteur à débit et avertisseur câblés par l'élément photo-électrique et le thermostat de haute limite. | - Observation de l'écoulement.<br>- Indication du temps écoulé.<br>- Thermomètre. |
| **POMPE:** Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Dommage possible causé par le gel. | - Avertisseur d'échange de chaleur inversé.<br>- Protection contre le gel et avertisseur. | - Indicateur de temps de marche écoulé.<br>- Protection contre le gel.<br>- Observation de l'écoulement. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| **PAS DE CIRCULATION:**<br><br>Pompe en marche. | - Insuffisance de liquide dans le réservoir à vidange temporaire.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu).<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Filtre malpropre.<br>- Hauteur insuffisante de la pompe.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur d'interrupteur à débit. | - Observation de l'écoulement.<br>- Thermomètre.<br>- Observation du niveau du liquide dans le réservoir à vidange temporaire. |
| **COMMANDE:**<br><br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non réglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.<br>- Câblage défectueux - court-circuit ou circuit ouvert.<br>- Interrupteur défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux. | - Inefficacité.<br>- Dommage causé par le gel. | - Avertisseur d'interrupteur à débit.<br>- Protection contre le gel.<br>- Avertisseur basse/haute limite. | - Indicateur d'écoulement.<br>- Indicateur de temps de marche écoulé.<br>- Thermomètre.<br>- Protection contre le gel. |
| **FUITE DANS LA TUYAUTERIE** | - Joint de soudure incorrect.<br>- Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion. | - Perte de caloporteur.<br>- Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de bas niveau de liquide.<br>- Avertisseur d'interrupteur à débit. | - Inspection visuelle.<br>- Observation de l'écoulement.<br>- Thermomètre. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | PROTECTION | |
|---|---|---|---|---|
| | | | MONITORAGE AUTOMATIQUE | INSPECTION RÉGULIÈRE |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL | - Fonctionnement du système hors contrôle.<br>- Les détecteurs sont desserrés.<br>- Commande défectueuse.<br>- Problème électrique - court-circuit ou circuit ouvert.<br>- Les tuyaux ne sont pas inclinés correctement, ce qui empêche l'eau de sortir complètement des capteurs ou des tuyaux de niveau élevé.<br>- Ventilation incorrecte. | - Écoulement nul.<br>- Gel des capteurs et des tuyaux de la boucle à vidange temporaire.<br>- Dommage causé par l'eau. | - Avertisseur de basse température et dispositif de coupure automatique de la pompe. | - Dispositif de coupure automatique de la pompe. |
| SOUPAPE DE DÉCHARGE TEMPÉRATURE/PRESSION<br>Saute continuellement. | - Soupape de décharge défectueuse.<br>- Captage excessif de chaleur.<br>- Soupape de décharge température/pression réglée à un point trop bas. | - Perte d'eau domestique.<br>- Accumulation de vapeur. | - Fermeture du limiteur de haute température pour arrêter la pompe. | - Fermeture du limiteur de haute température pour arrêter la pompe.<br>- Thermomètre. |
| ÉCHANGEUR DE CHALEUR | - Fuite dans l'échangeur de chaleur.<br>- Établissement d'une pression due à la fermeture des robinets d'arrêt. | - L'eau domestique pénètre dans le réservoir à vidange temporaire et déborde. | - Soupape de décharge dans le circuit de l'échangeur de chaleur.<br>- Avertisseur de haut niveau. | - Soupape de décharge.<br>- Observation du niveau du liquide dans le réservoir à vidange temporaire.<br>- Observation du trop-plein dans le réservoir de vidange temporaire. |
| BAS NIVEAU D'EAU | - Évaporation normale.<br>- Fuite. | - Écoulement nul.<br>- Surchauffe et formation de poches dans la pompe.<br>- Captage d'énergie solaire nul. | - Avertisseur de bas niveau d'eau.<br>- Interrupteur à débit. | - Tube de verre indicateur.<br>- Indication de l'écoulement.<br>- Thermomètre. |

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

### 1. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

- Le système doit toujours rester en circuit; vérifier le fusible ou les disjoncteurs.
- La commande doit être réglée à "Automatique"

### 2. POMPE(S) ET INDICATEURS(S) D'ÉCOULEMENT

- Si la (ou les) pompe(s) est (sont) en marche, il doit y avoir écoulement. Avec le système "Petro-Sun", les deux pompes doivent fonctionner simultanément. S'il n'y a pas d'écoulement, il faut vérifier:
  a) si les robinets de la boucle à vidange temporaire sont ouverts;
  b) si les robinets du circuit d'eau domestique sont ouverts;
  c) si le niveau d'eau est normal

### 3. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

- Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures que le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:

  a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
  b) le nombre d'heures d'ensoleillement
  c) la période de l'année
  d) la température extérieure

Le système peut aussi fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

3. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ) (suite)

soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

- Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;
b) si le thermostat de protection contre le gel est mal réglé;
c) si la pompe commence par la remise à zéro du thermostat de protection contre le gel; sinon arrêter manuellement le système et prévenir le personnel technique.

4. TEMPÉRATURE DANS LA BOUCLE A VIDANGE TEMPORAIRE

- Normalement, cette température devrait varier entre 6°C et 80°C en fonction des facteurs suivants:

a) la quantité d'eau domestique utilisée
b) le nombre d'heures d'ensoleillement par jour
c) la période de l'année
d) la température extérieure

Une température supérieure à 80°C pourrait être due à l'absence de consommation d'eau domestique pendant des

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

### 4. TEMPÉRATURE DANS LA BOUCLE A VIDANGE TEMPORAIRE (suite)

périodes prolongées. La pompe de la boucle à vidange temporaire sera fermée par le limiteur de haute température qui est réglé normalement entre 80°C et 90°C.

Si la soupape de décharge température/pression se déclenche trop souvent, on peut régler le point de consigne de la température du limiteur de température à un degré inférieur.

- Si de basses températures persistent par temps ensoleillé, il faut vérifier:
  a) si la pompe fonctionne (chronographe):
  b) s'il y a écoulement lorsque la pompe fonctionne;
  c) si le point de consigne de la commande est en position automatique;
  d) le temps de marche;
  e) si une section du groupe des capteurs est bloquée par de l'air;
  f) si le verrouillage du thermostat de protection contre le gel n'a pas arrêté la pompe. Suivre les instructions indiquées au paragraphe 3(c).

Remarque: Une basse température dans la boucle à vidange temporaire peut également être due à une forte demande d'eau domestique. Il n'y a aucune mesure à prendre.

### 5. NIVEAU DU LIQUIDE DANS LE RÉSERVOIR DE VIDANGE TEMPORAIRE

- Vérifier régulièrement le niveau du liquide et ajouter de l'eau au moyen du robinet de remplissage pour compenser les pertes par évaporation.

## LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR

5. NIVEAU DU LIQUIDE DANS LE RÉSERVOIR DE VIDANGE TEMPORAIRE (suite)

- Si le niveau baisse considérablement dans une courte période de temps, il est possible qu'il y ait une fuite dans la boucle à vidange temporaire.

- S'il y a constamment un trop-plein d'eau, il est possible qu'une fuite existe dans l'échangeur de chaleur, ce qui fait entrer de l'eau domestique dans le réservoir à vidange temporaire.

Mesure à prendre:

Fermer les robinets-vanne du circuit d'eau domestique afin d'isoler l'échangeur de chaleur. Ouvrir le dispositif de dérivation et se servir du chauffe-eau du réservoir d'appoint pour chauffer l'eau domestique jusqu'à ce que l'échangeur de chaleur ait été réparé.

6. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL

- Cet instrument devrait être réglé à 5°C. Il sert à protéger la boucle à vidange temporaire et les capteurs contre le gel en arrêtant la pompe. Le thermostat de protection contre le gel est muni d'un réenclenchement manuel.

Si l'on constate que le thermostat de protection contre le gel a fermé le système, il faut en aviser le personnel technique et fermer manuellement le système.

## 7. Caractéristiques des instruments recommandés

### 1. Prise de manomètre

Tronçon de tuyau en cuivre avec vis-robinet N.P.T. 6mm.

Prix de l'Entrepreneur: 5,00 $

### 2. Thermomètre

Équivalent au "Weksler" 1TO4C; plage de 0°C à 100°C; 50 mm de diamètre, tige de 3,5 mm de diamètre et de 100 mm de longueur; en acier inoxydable, de type bi-métallique.

Prix de l'Entrepreneur: 25,00 $

### 3. Indicateur d'écoulement

Convenant pour des conditions de fonctionnement à 100°C et à 150 kPa. N.T.P. 12,5.

De type à rotor (Dome Spinner). "DRY-CON" Inc., 840 Halpern, Dorval, Québec.

Indicateur d'écoulement "TACO", 3090 Lenworth Dr., Mississauga, Ont. Débitmètre monté sur canalisation, avec soupape d'équilibrage.

Indicateur à orifice, de type à gravité. "CALQFLOW", CF-450 Blue White Industries. Westminster, California.

Débitmètre monté sur canalisation de type à orifice et ressort. "HEDLAND" EZ-View. Brian Engineering Ltd., Kitchener, Ontario.

Remarque: Certains indicateurs d'écoulement doivent être modifiés pour garantir qu'ils ne fonctionneront pas comme clapets de retenue.

Prix de l'Entrepreneur: 50,00 $

### 4. Chronographe (temps écoulé)

Chronographe électromécanique de 110 V, à compteur entraîné par moteur synchrone c.a. avec indication à 6 chiffres de l'heure et des dixièmes d'heure, sans remise à zéro. Approuvé par l'ACNOR. Équivalent au Bach Simpson #1357 ETIF.

Prix de l'Entrepreneur: 50,00 $

7. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

5. Thermostat de protection contre le gel

Équivalent au "Penn" de la série AL9, unipolaire et à une direction, de 110 V, coupe le circuit lorsque la température chute. Plage réglable entre -15°C et 40°C et bouton de réenclenchement manuel. Assemblage de puits de bulbe et d'écrou de presse-étoupe, adaptateur N.P.T. de 12,5 mm et tige de 110 mm de longueur.

Prix de l'Entrepreneur: 65,00 $

6. Prises Peterson

Prises en cuivre N.P.T. de 6,25 mm munies d'un joint Nordel 110, incluant un bouchon en laiton et un joint d'étanchéité.

- Ontario Mechanical Sales, Downsview, Ontario.
- R.C. Wall and Co., London, Ontario.

Prix de l'Entrepreneur: 9,00 $ (chacun)

7. Indicateur de niveau d'eau

Les fabricants de systèmes solaires autonomes fournissent comme indicateur de niveau un tube en plastique transparent comme matériel standard. Dans le cas de certains systèmes, le dispositif de mesure de l'écoulement peut également servir d'indicateur de niveau d'eau lorsque la pompe est arrêtée.

## 8. Prix de l'instrumentation avec installation

### 1. Pour système à une pompe

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | prise de manomètre | 5,00 $ | |
| 1 | thermomètre | 25,00 $ | |
| | raccords en laiton et robinets-vannes | 13,00 $ | |
| 1 | indicateur d'écoulement | 50,00 $ | |
| 1 | chronographe (temps écoulé) | 50,00 $ | |
| | câblage | 5,00 $ | |
| 1 | thermostat de protection contre le gel | 65,00 $ | |
| | raccords en cuivre | 6,50 $ | |
| | câblage | 5,00 $ | |
| 4 | prises Peterson | 36,00 $ | |
| | Prix total du matériel | 260,50 $ | 260,50 $ |
| Main d'oeuvre: | | | |
| | Plomberie - 1,5 h à 25 $/h | 37,50 $ | |
| | Électricité - 2 h à 25 $/h | 50,00 $ | |
| | Coût total de main-d'oeuvre | 87,50 $ | 87,50 $ |
| | Main-d'oeuvre et matériel | | 348,00 $ |
| | 10 p. cent de frais généraux: | | 34.80 $ |
| | | | 382,80 $ |
| | 10 p. cent de profit: | | 38,28 $ |
| | **COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION** | | 421,08 $ |

8. Prix de l'instrumentation avec installation (suite)

2. Pour système à deux pompes:

| | | |
|---|---|---|
| Même matériel que précédement | 260,50 $ | |
| plus: | | |
| 1 indicateur d'écoulement | 50,00 $ | |
| Prix total du matériel | 310,50 $ | 310,50 $ |
| Main d'oeuvre: Même que précédement | 87,50 $ | |
| plus: | | |
| ½ heure de plomberie à 25$/h | 12,50 $ | |
| Coût total de main-d'oeuvre | 100,00 $ | 100,00 $ |
| Matériel et main-d'oeuvre | | 410,50 $ |
| 10 p. cent de frais généraux | | 41,05 $ |
| | | 451,55 $ |
| 10 p. cent de profit | | 45,16 $ |
| COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION | | 496,71 $ |

3. Remarque spéciale

Les devis estimatifs des coûts donnés dans les deux sections précédentes reflètent les dépenses nécessaires pour modifier complètement un système autonome de chauffe-eau domestique déjà en place afin de l'équiper des instruments de monitorage recommandés.

Un certain nombre de facteurs permettent de réduire considérablement de tels coûts, c'est-à-dire:

8. Prix de l'instrumentation avec installation (suite)

3. Remarque spéciale (suite)

a) La plupart des systèmes autonomes de chauffe-eau domestique se vendent généralement avec le matériel de monitorage de base, qui comprend souvent 1 ou 2 thermomètres, des manomètres et, dans certains cas, un tube de verre indicateur d'écoulement.

b) Une partie des coûts des instruments de monitorage recommandés est consacrée à la main-d'oeuvre; il est possible de réduire considérablement ces coûts lorsque le système n'est pas encore installé.

Plomberie: L'installation initiale des robinets, des prises Peterson et des raccords ne requiert que très peu de temps.

Électricité: En le précisant dans la commande initiale, il est possible de faire effectuer certaines modifications simples aux systèmes de façon à ce que les circuits du chronographe et de l'unité de protection contre le gel soient séparés à l'intérieur du même panneau de commande. Il est également possible de demander que des prises à fiches soient installées au moteur de la pompe et aux circuits de commande électrique.

OEM: Les prix mentionnés ci-dessus sont ceux des fournisseurs locaux. Les fabricants peuvent acheter en grande quantité au prix de gros, ce qui leur permet d'obtenir des réductions substantielles.

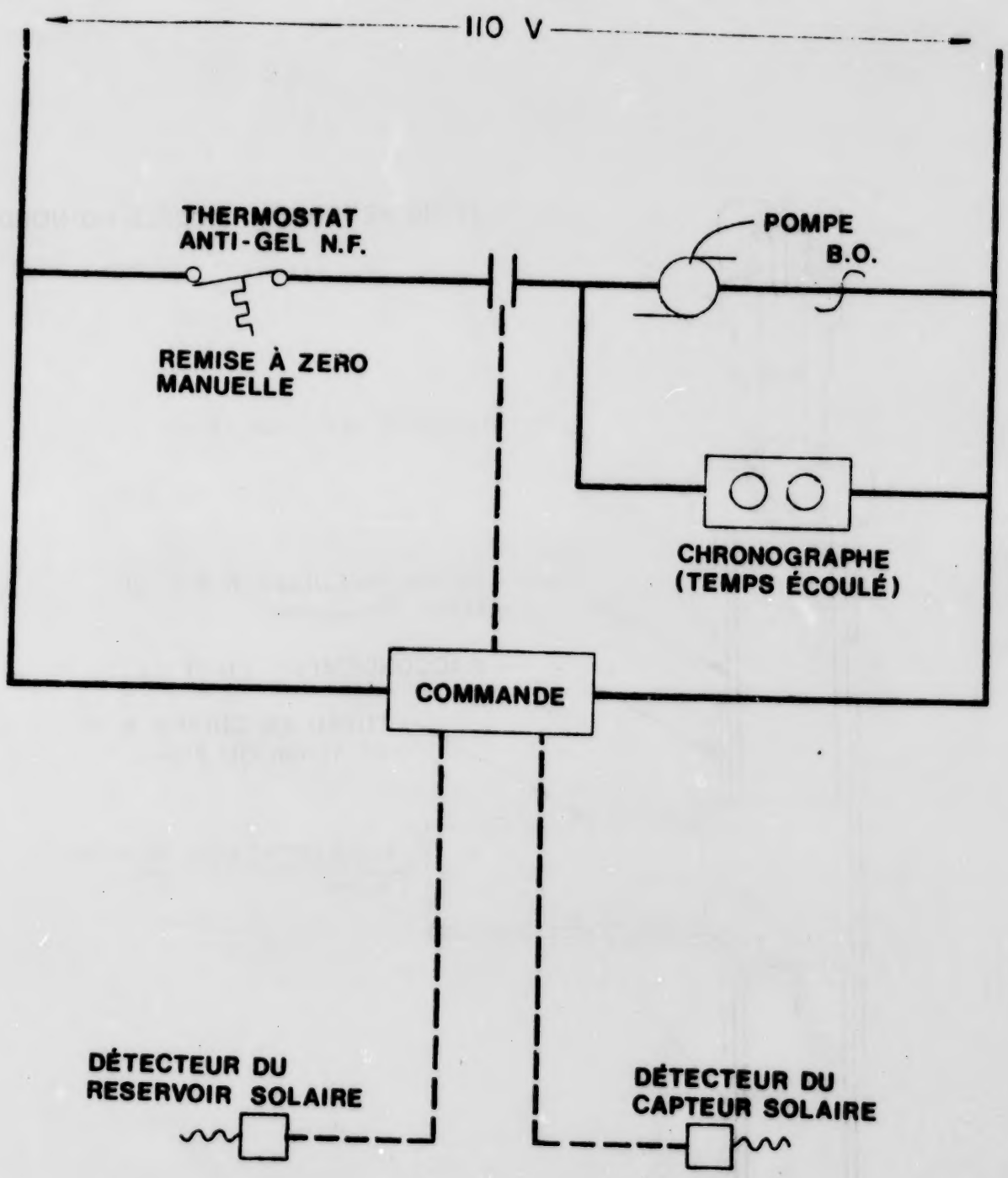
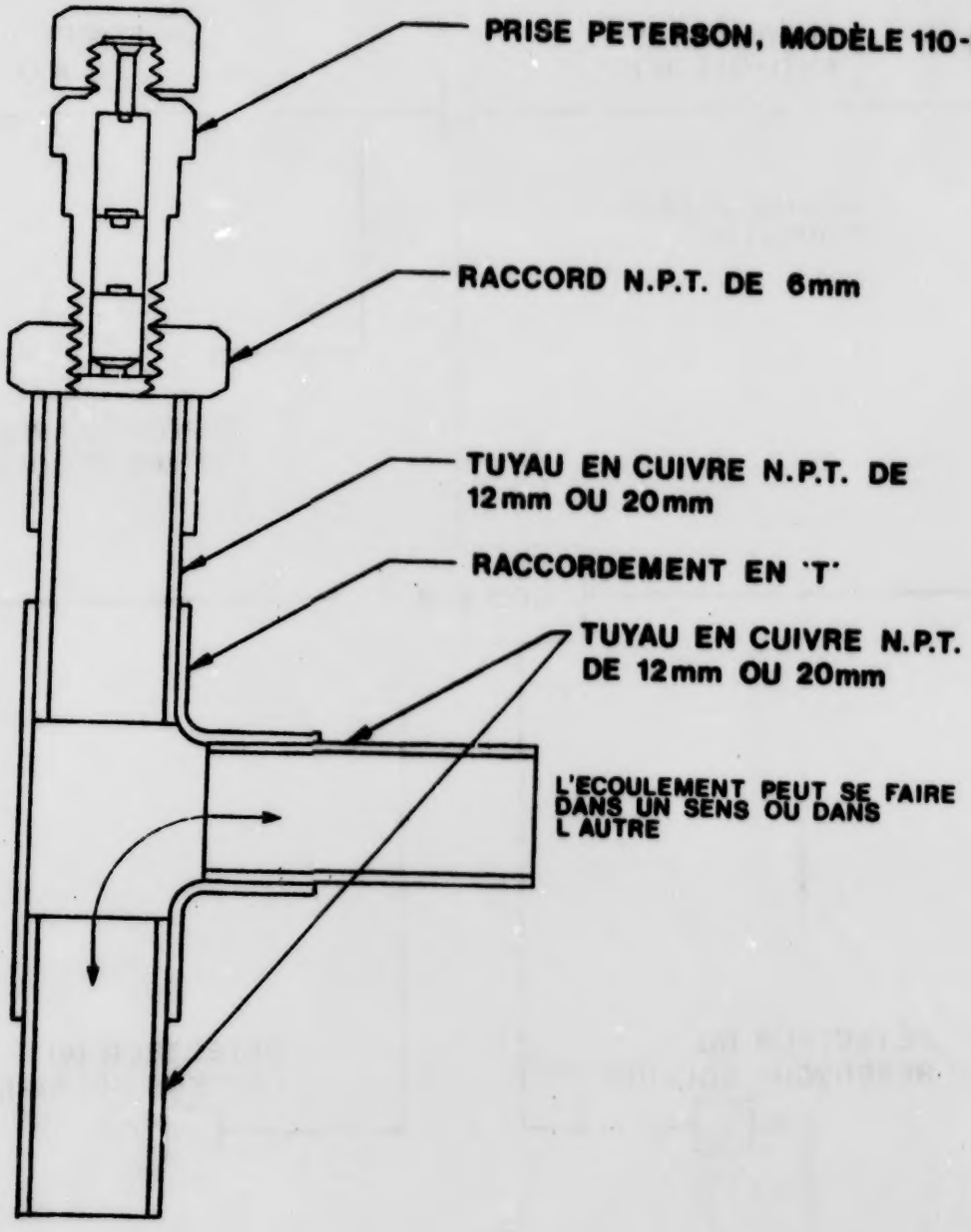



SCHÉMA DU CÂBLAGE ÉLECTRIQUE




DÉTAIL D'INSTALLATION D'UNE PRISE PETERSON

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL

## ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE

## ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

RÉVISÉ EN MARS 1984

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL
# ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## TABLE DES MATIÈRES


| | PAGE |
|---|---|
| INTRODUCTION | 1 |
| ORGANISATION DU MONITORAGE | 2 |
| A) SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE | 3 |
| 1. Description des systèmes | 3 |
| SCHÉMA - Système de chauffage solaire de l'eau domestique | 6 |
| 2. Lignes directrices pour l'instrumentation | 7 |
| 1. Indicateurs de température | 7 |
| a) à liquide | 8 |
| b) mécanique (à cadran) | 9 |
| c) à thermocouple | 10 |
| d) à thermistor | 12 |
| e) à semi-conducteur | 13 |
| f) à DTR de platine | 14 |
| 2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs | 16 |
| 3. Avertisseur de haute température | 17 |
| 4. Manomètres | 18 |
| a) Pompe du circuit primaire | 18 |
| b) Échangeur de chaleur | 21 |
| c) Pompe du circuit secondaire | 21 |
| 5. Avertisseur de haute et basse pression | 22 |
| 6. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit primaire | 22 |
| 7. Compteur de cycles | 22 |
| 8. Protection contre le gel | 23 |
| 3. Directives concernant le monitorage et l'entretien | 25 |
| LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR | 26 |
| CALENDRIER D'ENTRETIEN | 27 |
| TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT | 37 |
| LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR | 41 |
| 4. Caractéristiques des instruments recommandés | 53 |
| 1. Affichage numérique des températures pour montage sur panneau | 53 |
| 2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau | 54 |
| 3. Câblage | 55 |
| 4. Détecteurs de température | 56 |
| 5. Montage des détecteurs | 57 |
| 6. Panneau indicateur de l'état du système | 58 |
| 7. Thermostat de protection contre le gel | 58 |
| 8. Thermostat limiteur de haute température | 59 |
| 9. Avertisseur de haute et basse pression | 59 |

## TABLE DES MATIÈRES


PAGE

A) SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE (suite)

10. Démarreurs de la pompe 59
11. Manomètres 59
12. Vases à trop-plein 60
13. Chronographe (temps écoulé) 60
14. Compteur de cycles 60

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation 61
6. Pourcentage des coûts du monitorage opérationnel par rapport aux coûts en capital globaux du système solaire 64

## INTRODUCTION

Le but du monitorage opérationnel est de fournir des moyens de garantir:

- que le système de chauffage solaire fonctionne conformément à sa conception;
- que les problèmes de fonctionnement et les pannes sont détectés le plus rapidement possible;
- que des mesures soient prises avant que des dommages sérieux ne se produisent et que des réparations coûteuses ne s'avèrent nécessaires;
- que le système aura une longue durée de vie;
- que les coûts à long terme de fonctionnement et d'entretien sont réduits au minimum;
- que l'entretien s'effectue à intervalles réguliers et déterminés.

## ORGANISATION DU MONITORAGE

Lors de l'établissement des méthodes de monitorage pour les systèmes autonomes de chauffage solaire de l'eau domestique, on doit prendre en considération ce qui suit:

- L'instrumentation fournie avec le système solaire doit être précise et fiable de façon à faciliter le monitorage du rendement pour la mise en service, le réglage adéquat, l'inspection régulière, la vérification du rendement et le dépannage.

- Le système doit être muni d'un avertisseur sonore ou de voyants pour indiquer un fonctionnement anormal.

- Un programme d'entretien doit comprendre un calendrier des travaux d'entretien ainsi que des listes de points de vérification.

- Le monitorage de l'énergie doit pouvoir être intégré sans duplication inutile du matériel.

## MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

## ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE

## ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

1. Description des systèmes:

Les systèmes de cette catégorie peuvent inclure des installations comprenant au moins 60 capteurs solaires. Ces systèmes sont normalement conçus sur demande et peuvent varier légèrement suivant l'application et les méthodes d'élaboration choisies. A l'exception de ces variantes, on peut décrire le modèle et le fonctionnement des systèmes en boucle fermée de la façon suivante:

Le concept du chauffage en boucle fermée est basé sur un système primaire-secondaire. Le circuit primaire se compose d'une boucle sous pression contenant un antigel, qui remplit la fonction de fluide caloporteur, qui est circulé dans les capteurs solaires et l'échangeur de chaleur. Le circuit secondaire se compose de l'eau domestique à laquelle la chaleur contenue dans le circuit primaire est transmise.

Voici les deux méthodes de transmission de la chaleur les plus fréquentes:

1. Convertisseur à serpentin sur enveloppe avec pompes dans les circuits primaire et secondaire.
2. Insertion d'un faisceau de tubes dans le réservoir de stockage sans pompe dans le circuit secondaire.

1. Description des systèmes: (suite)

Les codes locaux relatifs à l'environment et à la santé peuvent exiger que les échangeurs de chaleur soient à double paroi afin d'éviter la contamination mutuelle entre l'antigel et l'eau domestique.

L'antigel contenu dans le circuit primaire est refoulé par une pompe chaque fois qu'on dispose de la chaleur nécessaire pour chauffer l'eau domestique. Une commande qui détecte la température du fluide aux capteurs et dans le réservoir de stockage déclenche la circulation.

Il existe plusieurs méthodes pour régler l'écoulement de l'antigel dans le circuit primaire, dont les suivantes:

1. Une pompe à commande marche-arrêt est mise en marche et arrêtée suivant des différentiels de température fixes.
2. Plusieurs pompes ou des pompes à vitesses multiples sont mises en marche et arrêtées les unes à la suite des autres par des différentiels de température étagés.
3. L'écoulement variable dans la boucle fermée est effectué par la commande de vitesse du moteur de la pompe ou par des soupapes de régulation du type à étranglement automatique, à dérivation ou à mélange, réglées normalement pour maintenir un différentiel de température fixe dans les capteurs solaires.

Le réservoir de stockage contient de l'eau domestique préchauffée par le système solaire à des températures qui peuvent varier en fonction de la quantité d'énergie solaire absorbée par les capteurs et livrée, et la quantité d'eau domestique consommée.

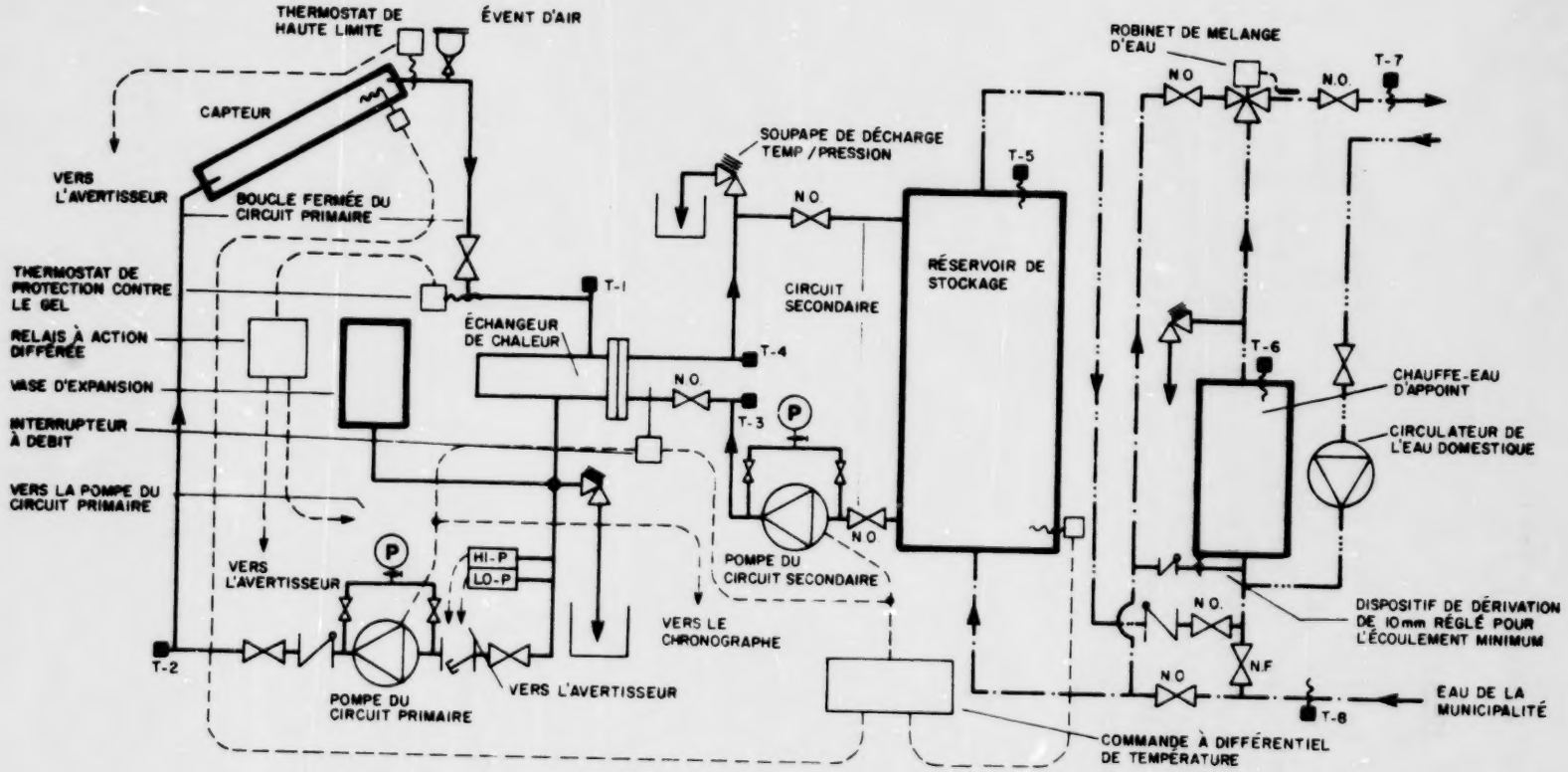
Le chauffage d'appoint de l'eau domestique est effectué normalement par des chauffe-eau de réservoir distincts installés en série, en aval du réservoir de stockage solaire.

1. Description des systèmes: (suite)

Schéma du système solaire

Le schéma suivant intitulé "SYSTÈME DE CHAUFFAGE D'EAU CHAUDE DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE" donne l'instrumentation nécessaire au monitorage opérationnel. Le schéma du circuit illustré représente le système en boucle fermée de conception la plus courante. Il est possible que certaines modifications de l'instrumentation soient nécessaires pour d'autres types de circuits.

## SYSTÈME SOLAIRE DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE EN BOUCLE FERMÉE




### AFFICHAGE DE TEMPÉRATURE

1. CANALISATION DE RETOUR DU CAPTEUR DU CIRCUIT PRIMAIRE
2. CANALISATION D'ALIMENTATION DU CAPTEUR
3. ECHANGEUR DE CHALEUR DU CIRCUIT SECONDAIRE - intérieur
4. ECHANGEUR DE CHALEUR DU CIRCUIT SECONDAIRE - extérieur
5. RÉSERVOIR DE STOCKAGE
6. CHAUFFE-EAU D'APPOINT
7. ALIMENTATION EN EAU CHAUDE DOMESTIQUE
8. ALIMENTATION EN EAU FROIDE

21.05

AFFICHAGE NUMÉRIQUE DES TEMPÉRATURES

SÉLECTEUR ROTATIF

### INDICATEURS DU SYSTÈME

POMPE DU CIRCUIT PRIMAIRE EN MARCHE
POMPE DU CIRCUIT SECONDAIRE EN MARCHE
AVERTISSEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE DU CAPTEUR
AVERTISSEUR DE BASSE LIMITE
AVERTISSEUR DE BASSE PRESSION
AVERTISSEUR DE HAUTE PRESSION
RÉENCLENCHEMENT DE L'AVERTISSEUR

CHRONOGRAPHE

COMPTEUR DE CYCLES

VERS L'AVERTISSEUR À DISTANCE

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation

### 1. Indicateurs de température:

Il est nécessaire d'avoir des indicateurs de température pour les vérifications régulières et pour le dépistage de conditions anormales de fonctionnement.

L'expérience a montré que les thermomètres bimétalliques et les thermomètres à liquide qu'on trouve sur le marché sont de peu d'utilité dans un système à énergie solaire. Ces instruments ne restent généralement pas étalonnés et la comparaison des températures du caloporteur n'a donc pas de signification.

Les plages de température de fonctionnement dans les circuits primaire et secondaire sont relativement étendues, par ex. de 5°C à 90°C. Les températures relatives, ou les différentiels de température, entre les circuits d'alimentation et de retour, et les températures d'approche entre les circuits primaire et secondaire, cependant, sont petites dans les systèmes à boucle fermée.

- Durant un ensoleillement maximal, l'écart de température entre l'alimentation et le retour au capteur se situe habituellement entre 5°C et 8°C.
- L'écart habituel entre l'alimentation et le retour au capteur est de 2,5°C à 4°C par temps ensoleillé.
- Le différentiel de température entre l'alimentation et le retour du circuit secondaire varie entre 0°C et 10°C.

et

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

- La température d'approche entre le retour du circuit primaire (boucle du capteur) et l'alimentation du circuit secondaire (quittant l'échangeur de chaleur) fluctue généralement entre 0°C et 10°C.

En plus de la connaissance des niveaux de température des circuits primaire et secondaire, la connaissance des différentiels de température mentionnés précédemment indique à l'opérateur si son système de chauffage solaire fonctionne correctement. Étant donné que les différentiels de température à l'intérieur des boucles primaire et secondaire sont petits (de 0°C à 10°C), mais qu'ils peuvent se produire n'importe où dans la plage de fonctionnement de 5°C à 95°C du système, il faut des détecteurs d'une linéarité et d'une précision exceptionnelles, afin d'obtenir des mesures qui soient significatives. Dans le cas d'un différentiel de température de 5°C, par exemple, deux mesures d'une précision de plus ou moins 0,5°C produiront une lecture en deçà de 1°C, soit 20 p. cent de la valeur réelle. Pour le monitorage du rendement d'une installation, une telle précision est considérée comme minimale.

Principaux types de détecteurs de température

a) à liquide:

Il existe plusieurs types d'appareils à contenu liquide qui indiquent ou détectent les températures;

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

a) à liquide: (suite)

le plus courant est le thermomètre à tige de verre au mercure ou à l'alcool coloré. Ils fonctionnent selon le principe de la dilatation du volume d'un liquide soumis à une hausse de température. L'emploi d'un gros bulbe et d'un petit tube capillaire produit un effet grossissant qui permet une lecture visuelle directe sur une graduation linéaire. La précision habituelle d'un thermomètre à tige de verre varie de plus ou moins 2°C, et peut dépendre de la profondeur d'immersion et de la température ambiante. A cause de ces restrictions, les thermomètres à liquide ont peu d'applications dans le monitorage du rendement d'un système à énergie solaire sauf comme indicateurs généraux.

L'usage d'un même thermomètre pour l'évaluation de plusieurs points de mesure procurera des lectures comparatives plus significatives que l'usage de plusieurs thermomètres séparés, différents ou non étalonnés.

b) mécaniques (à cadran)

Les thermomètres mécaniques sont largement employés dans le commerce parce qu'ils sont très durables et portatifs. Ils fonctionnent généralement à partir

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

### 1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

b) mécaniques (à cadran) (suite)

du principe des coefficients de dilatation différents de métaux dissemblables, ce qui permet la courbure ou la déformation d'un élément bimétallique. Dans la forme la plus simple, deux métaux ayant des coefficients de dilatation différents sont soudés, fixés à une extrémité et attachés à une aiguille indicatrice à l'autre extrémité. Les thermomètres bimétalliques ont généralement un temps de réaction plutôt court et permettent une lecture facile sur leur cadran. Par contre, leur précision varie de plus ou moins 2°C et la non répétabilité des lectures due au jeu de la tringlerie et au vieillissement du bimétal réduit leur utilité pour le monitorage d'un système à énergie solaire. Comme pour le thermomètre à contenu liquide, il est préférable d'utiliser un même thermomètre mécanique au lieu de plusieurs pour établir des comparaisons valables.

c) thermocouple

On emploie les détecteurs à thermocouple dans plusieurs systèmes de mesure des températures. Ils existent sous plusieurs formes physiques, sont peu coûteux et durables, en plus de posséder une plage de température souvent étendue.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

c) thermocouple (suite)

Les détecteurs à thermocouple mesurent les variations de tension produites lorsqu'une jonction de métaux ou d'alliages dissemblables est soumise à la chaleur. Cette tension augmente avec la température mais d'une façon non linéaire. Les variations de tension sont extrêmement petites, soit de l'ordre de quelques dixièmes de millivolt par degré Celsius. Aussi faut-il avoir recours à des instruments électroniques particuliers en plus de points de référence stables afin d'obtenir des indications thermométriques utilisables de la part de ces détecteurs thermoélectriques.

De plus, on doit employer des techniques spéciales de câblage lors du branchement de détecteurs à distance afin de s'assurer que des jonctions ou des tensions non voulues ne sont pas introduites. Bien qu'on puisse obtenir une précision de plus ou moins 1°C ou mieux à partir d'un système à thermocouples bien monté, la faiblesse de ses signaux, son manque de stabilité, et les exigences de techniques de câblage difficiles en font un système plus approprié à la plage de températures très étendue des applications industrielles qu'à celle, plus restreinte, d'un système à énergie solaire.

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

### 1. Indicateurs de température: (suite)

#### Principaux types de détecteurs de température (suite)

d) thermistor

Les détecteurs à distance, ou thermistors, sont largement employés pour la mesure des températures et la régulation des systèmes à cause de leur rapidité, leur rendement relativement élevé, leur disponibilité et leur coût modique. Tous les thermistors ont une composition de résistance dont la résistance électrique diminue avec l'augmentation de température.

Le phénomène est non linéaire, souvent logarythmique, et il exige que chaque type de détecteur soit assorti à un mécanisme de lecture et de réglage spécifiquement adapté. Le détecteur requiert de l'énergie pour fonctionner et sa propriété thermogène peut devenir problématique.

On a obtenu des résultats satisfaisants en utilisant des thermistors à deux fils avec des systèmes de chauffage solaire d'eau domestique. Afin d'obtenir une lecture thermométrique précise (plus ou moins 1°C), il faut incorporer des caractéristiques destinées à compenser la longeur et la température du fil conducteur à l'aide de conducteurs à 3 ou 4 fils à chaque point de détection.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

d) thermistor (suite)

On ne recommande pas l'usage des thermistors pour le monitorage à points multiples du rendement d'un système à énergie solaire, à cause du manque de standardisation dans la fabrication de ces détecteurs.

e) à semi-conducteurs

D'introduction récente dans le domaine de la thermométrie, les détecteurs à circuits intégrés, comme le LM-334, ont reçu rapidement de nombreuses applications de réglage et de monitorage. Le fonctionnement interne exact de ces appareils est plutôt complexe, mais on peut dire que la plupart sont conçus pour produire un courant ou une tension qui augmente avec la température du détecteur, tout en ayant une sensibilité réduite aux tensions d'alimentation, à la longueur des fils, etc.

Plusieurs fabricants se sont entendus pour produire des semi-conducteurs ayant une tension de sortie approximative de 1 mV par kelvin. Ainsi, à 0°C (273,16 K), la tension de sortie est de 2,732 V et à 100°C (373,16 K), elle est de 3,732 V. Ces dispositifs présentent une bonne linéarité, donnent une tension de sortie élevée et sont relativement peu coûteux.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

e) à semi-conducteurs (suite)

Les détecteurs à semi-conducteurs requièrent une source d'énergie; ils sont thermogènes et d'une réaction relativement lente. La précision habituelle de ces dispositifs est de plus ou moins 1°C.

Actuellement, on ne recommande pas le détecteur à circuits intégrés pour le monitorage des températures d'un système d'eau chaude domestique à énergie solaire, parce qu'il n'existe encore aucune norme pour l'étalonnage, la stabilité et la précision de ces instruments. Cette situation devrait changer bientôt et l'usage des détecteurs à circuits intégrés devrait se répandre plus largement.

f) DTR de platine

Accepté comme le détecteur de températures standard depuis plusieurs années, le détecteur de température à résistance de platine de distingue par une résistance qui croît avec la température. C'est une propriété caractéristique de la plupart des métaux purs; le platine est choisi pour sa stabilité exceptionnelle à long terme et pour sa tolérance aux températures élevées.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

1. Indicateurs de température: (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

Parmi les cinq principaux types de détecteurs de température: à contenu liquide, à élément bimétallique, à thermocouple, à semi-conducteurs et à résistance, le dernier, et surtout sa version au platine, possède la meilleure combinaison de précision initiale, de linéarité, de stabilité et de standardisation industrielle.

L'utilisation de valeurs standardisées de l'élément à résistance est d'un grand avantage car elle permet d'interchanger les détecteurs et les instruments de mesure. Présentement, l'étalon alpha = 0,0385/ohm/°C DIN 43760 est le plus employé. Il n'est pas trop difficile, à partir de composants qu'on trouve sur le marché des détecteurs de température à résistance (fils, commutateurs et indicateurs numériques) d'atteindre une précision d'ensemble de l'installation de plus ou moins 0,5°C.

Il est important de veiller à ce que le choix et l'installation d'un tel équipment se fasse avec soin. Il faut, en effet, compenser les variations de longueur et de température de fil conducteur, habituellement en ayant recours à des détecteurs à 3 ou 4 fils, et voir à ce que les jonctions et le câblage soient faits selon les indications du fabricant.

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

### 1. Indicateurs de température: (suite)

Lorsque la précision des mesures de température est moins critique, comme dans le cas d'un réservoir de stockage à énergie solaire ou de l'alimentation d'eau froide, on peut faire appel aux mêmes instruments électroniques utilisant des détecteurs de température à résistance moins précis mais moins coûteux.

Il est recommandé d'installer tous les détecteurs de température dans des puits à thermomètre en acier inoxydable situés aux raccords en T des circuits du système solaire. Cette précaution permet d'effectuer les opérations de réparation, de remplacement et d'étalonnage sans perte de caloporteur du système. Il est aussi recommandé d'installer des détecteurs dans les puits avec un composé de silicone conducteur de chaleur afin d'assurer la précision des lectures.

### 2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs

Des dispositions doivent être prises à chaque groupe individuel de capteurs afin de permettre que des mesures de la température de retour des capteurs soient prises. Au cours de la mise en service du système, ces dispositions permettront de faciliter l'équilibrage de l'eau dans le but d'assurer un écoulement uniforme à travers les capteurs. L'équilibrage doit être fait pendant une journée ensoleillée et alors que le système fonctionne. Idéalement, chaque groupe de capteurs doit indiquer le même différentiel de température entre l'alimentation et le retour, une fois que le système est équilibré. Durant le fonctionnement, on doit effectuer

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs (suite)

des vérifications périodiques afin de s'assurer que l'écoulement est toujours uniforme.

Un déséquilibre de température peut aussi indiquer qu'un bouchon d'air s'est formé dans le groupe des capteurs; ceci peut se produire après une période de stagnation.

Par conséquent, il est recommandé d'installer un puits de thermomètre, pouvant permettre l'insertion d'une sonde électronique portative, à la sortie de chaque groupe de capteurs.

3. Avertisseurs de haute température

Si le fluide ne circule pas pendant les périodes d'ensoleillement, le capteur sera en période de stagnation. Le fluide contenu dans les capteurs peut alors atteindre des températures dépassant 100°C et il est possible qu'il se transforme en vapeur. Par conséquent, la pression du système peut augmenter et une partie du caloporteur peut s'échapper par la soupape de décharge. Un capteur en période de stagnation est aussi exposé à une dilatation thermique croissante et à des risques de fuites.

Dans un système muni d'évents automatiques, l'antigel peut s'échapper sous forme de vapeur. Il est recommandé d'installer dans le tuyau, aussi près que possible de la sortie du capteur désigné, un détecteur de température qui déclenchera un signal d'alarme chaque fois que la température dépassera 90°C.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

4. Manomètres:

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée)

Un manomètre doit être installé entre les vannes d'inversion de cycle à la sortie de la pompe du circuit primaire. Il doit pouvoir mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement de la pompe, dans les conditions suivantes:

1. Quand la pompe est arrêtée, le manomètre indiquera la pression statique du système.

2. Quand la pompe fonctionne, (si le vase d'expansion est raccordé près du côté aspiration de la pompe), le manomètre indiquera la hauteur d'élévation de la pompe plus la pression statique du système.

3. La différence entre ces deux lectures représente la hauteur d'élévation de la pompe.

4. On peut aussi utiliser le manomètre pour déterminer s'il y a écoulement dans la boucle primaire en fermant manuellement l'un des robinets installés dans la boucle primaire, pendant que la pompe est en marche. Une fois que le robinet est fermé, la pression de refoulement devrait monter légèrement. La pression résultante indiquera la pression statique du système plus la charge à débit nul. Cet essai ne doit cependant pas être effectué de façon régulière, mais plutôt comme technique de détection des pannes. Afin d'empêcher la pompe

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

4. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

4. (suite)
de surchauffer, on ne doit pas laisser le robinet fermé pendant une longue période de temps.

On utilise aussi le manomètre pour la charge et la mise sous pression initiales du circuit primaire. La "pression de remplissage" ou pression minimale admissible en service est calculée par l'ingénieur qui a conçu le système et elle varie d'une installation à l'autre. A mesure que la température du caloporteur dans la boucle fermée augmente, la pression dans le système augmente.

Il existe une relation de cohérence entre la température du caloporteur dans la boucle fermée et la pression du système. Cette relation devrait être déterminée et enregistrée pour fins de comparaison pendant la mise en service de l'installation. Cette relation est davantage marquée pour les systèmes à gros volume des édifices plus élevés.

Si cette relation change, c'est qu'il y a un changement dans la quantité de caloporteur contenue dans la boucle fermée. Du caloporteur peut s'être échappé par:

- la soupape de décharge
- l'évent
- les joints d'étanchéité de la pompe
- une fuite dans la tuyauterie

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

4. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

- une fuite dans l'échangeur de chaleur
- un vase d'expansion défectueux - saturé d'eau.

S'il existe une pression anormalement basse, soit sous la pression de remplissage établie, le système peut ne pas être pressurisé par rapport à l'atmosphère au sommet de la boucle; il peut exister un vide et un entraînement d'air est possible. Dans ce cas, il faut ajouter du caloporteur et purger l'air du circuit.

S'il existe une pression anormalement élevée et que la soupage de décharge a évacué du caloporteur, les raisons pourraient être les suivantes:

- pression de remplissage d'origine réglée trop haut;
- la pompe ne fonctionne pas - les capteurs surchauffent donnant lieu à une accumulation possible de vapeur; conditions de stagnation;
- absence de circulation dans la boucle fermée;
- vase d'expansion défectueux - saturé d'eau;
- vase d'expansion trop petit pour le système;
- température du système anormalement élevée, captage excessif d'énergie solaire - formation possible de vapeur dans les capteurs.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

4. Manomètres: (suite)

b) Échangeur de chaleur

On considère comme facultative l'installation d'un manomètre qui mesure la baisse de pression du fluide du circuit primaire quand ce dernier traverse l'échangeur de chaleur.

On peut utiliser les manomètres pour détecter une variation dans la pression différentielle due à l'encrassement ou à l'obstruction de l'échangeur de chaleur. Une baisse croissante de pression dans l'échangeur de chaleur réduirait automatiquement l'écoulement dans la boucle primaire, ce qui entraînerait une augmentation, facile à détecter, du différentiel de température en service entre les canalisations d'alimentation et de retour des capteurs.

c) Pompe du circuit secondaire

On doit installer un manomètre et des vannes d'inversion de cycle afin de faciliter la lecture de la pression d'aspiration et de la pression de refoulement.

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

### 5. Avertisseur de basse et de haute pression

Pour que la boucle fermée (le circuit primaire) fonctionne correctement, la pression du système ne doit pas dépasser certaines limites prescrites.

Il est recommandé d'installer un détecteur de pression avec contacts de haute et de basse pression et de le relier au panneau indicateur de l'état du système de façon à ce qu'il déclenche une alarme.

### 6. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit primaire

Un chronographe indiquant le temps de fonctionnement accumulé de la pompe du circuit primaire fournira à l'opérateur une indication acceptable du rendement du système à énergie solaire.

En observant régulièrement le temps de fonctionnement accumulé, on peut détecter les problèmes de fonctionnement du système de commande et, en particulier, un fonctionnement continu anormal qui entraîne un gaspillage d'énergie.

### 7. Compteur de cycles

Le compteur de cycles est un dispositif électromécanique qui indique le nombre de cycles marche-arrêt de la pompe de la boucle primaire. Ce dispositif relativement peu coûteux est très utile pour établir les réglages initiaux du différentiel de température qui mettent en marche et arrêtent les pompes de circulation. De plus, on peut utiliser le compteur de cycles pour détecter les cycles anormaux ou irréguliers dus à des connexions intermittentes.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

8. Protection contre le gel

Il est essentiel d'effectuer un monitorage régulier des propriétés physiques et chimiques du caloporteur afin de s'assurer que le circuit primaire est protégé contre le gel. On doit consulter le manuel "Systèmes autonomes en boucle fermée" au sujet du monitorage et de l'entretien de l'antigel.

On doit envisager d'installer une protection automatique contre le gel pour le circuit secondaire à cause des risques de gel sous certaines conditions anormales:

a) Le circuit secondaire de l'échangeur de chaleur peut être exposé au gel si la pompe du circuit primaire fonctionne sans qu'on puisse la contrôler.

b) Il est possible que le circuit secondaire gèle lors du démarrage de la pompe du circuit primaire ou lors de ses cycles subséquents s'il y a une trop grande quantité d'antigel dans les tuyaux exposés sur le toit.

Cependant, si l'eau circule toujours dans la boucle secondaire quand la pompe du circuit primaire fonctionne, les risques de gel sont réduits de beaucoup.

Recommandations pour la protection contre le gel

1. La pompe du circuit primaire ne doit pouvoir fonctionner que s'il y a écoulement dans le circuit secondaire.

2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite)

8. Protection contre le gel (suite)

Recommandations pour la protection contre le gel (suite)

2. On doit régler à 5°C le thermostat de protection contre le gel, installé dans la canalisation de retour des capteurs près de l'échangeur de chaleur, qui arrête la pompe du circuit primaire.

3. Le relais temporisé doit être réglé entre 1 et 5 minutes pour retarder l'arrêt de la pompe et le déclenchement du signal d'alarme, afin d'empêcher les déclenchements inutiles lors de la mise en marche. Les systèmes dont la tuyauterie exposée à l'extérieur (sur le toit) contient une grande quantité d'antigel requièrent un retard plus long que les systèmes qui ont moins de tuyaux exposés à l'extérieur.

4. Des signaux visuel et sonore doivent annoncer l'arrêt du système lors de "Conditions de gel".

## 3. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez de renseignements à l'opérateur pour qu'il puisse effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité et du rendement du système considéré.

Le calendrier d'entretien liste pour chacun des éléments du système les opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tenir compte des particularités du système visé.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut faciliter la localisation des problèmes de fonctionnement. La section "lignes directrices pour l'opérateur" explique le fonctionnement de chacun des éléments de commande et de monitorage en tenant compte des concepts présentés dans le guide. Elle a pour objet d'aider l'opérateur a bien régler et contrôler le système, à localiser les défectuosités éventuelles et à apporter les correctifs appropriés.

## LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

### SYSTÈME AUTONOME DE CHAUFFAGE SOLAIRE EN BOUCLE FERMÉ

PROJET: FABRICANT DU SYSTÈME:

OPÉRATEUR: MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Condition de température (en cocher une) A | P | C | Temp. extér. approx. (°C) | Syst. en circ. oui ou non | Pompe en marche P R I M | S E C O | Températures (°C) Échangeur de chaleur Primaire ENT T=1 | Primaire SORT T=2 | secondaire ENT T=3 | secondaire SORT T=4 | Réservoir de stockage Solaire T=5 | Réservoir de stockage D'appoint T=6 | Alimentation en eau Chaude T=7 | Alimentation en eau Froide T=8 | Pression du syst. (kPa) | Temps écoulé (heures et dixièmes) | Nombre de cycles mesurés par le capteur | Avertisseurs de systèmes Température haute du capteur oui ou non | Température basse oui ou non | Pression haute oui ou non | Pression basse oui ou non | Vase d'expansion (sec/mouillé) Boucle fermée | Réservoir solaire de stock. | Fuites visibles oui ou non |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A: Ensoleillé
B: Partiellement ensoleillé
C: Nuageux, sans soleil

SR79/3

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **Système complet** | Liste de points de vérification | x | x | x | | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| **CAPTEURS:** | | | | | | | |
| Panneaux | Examiner les panneaux, vérifier s'il y a bris, surchauffe ou fuite. | | x | | | | Le faire les jours ensoleillés pendant que la pompe fonctionne. Les panneaux qui présentent la même exposition au soleil devraient fonctionner à peu près à la même température. |
| | Rechercher les signes de corrosion, d'évaporation instantanée au de décoloration sur les absorbeurs. | | | | | x | |
| | Enlever la neige. | | x | | | | Seulement pendant les mois d'hiver. |
| Vitrage | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Plus souvent s'il le faut. |
| Évents | Vérifier et dégager les trous d'aération. | | | | | x | Le faire aussi lorsqu'il y a condensation pendant une période prolongée. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher là où il y a trace de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| CAPTEURS: (suite) | | | | | | | |
| Tuyauterie (suite) | Vérifier si l'écoulement est équilibré dans chaque groupe de capteurs. La marche à suivre pour l'équilibrage est expliquée en détail dans les documents relatifs à la mise en marche et au monitorage du Bureau des programmes solaires | | | | | x | A l'aide d'un thermomètre électrique étalonné, on peut mesurer la température à l'entrée ou à la sortie de chaque groupe. Il faut le faire un jour ensoleillé, vers midi, pendant que le système fonctionne. |
| | Examiner les manchons et l'isolant. Réparer les manchons à l'épreuve des intempéries s'il le faut. Remplacer l'isolant en fibre de verre s'il est mouillé. Vérifier si les manchons en plastique sont détériorés par les ultraviolets. | | | | | x | |
| | Examiner les tuyauteries de raccordement, les raccords flexibles entre les panneaux et les pénétrations dans le toit. | | | | | x | Utiliser la soudure 95-5 pour les tuyaux de cuivre. |
| Modules de commande | Examiner le câblage, les raccords et le montage des détecteurs. | | | | x | | |
| RÉSERVOIR D'EXPANSION | | | | | | | |
| Type à membrane | Vidanger le système. Vérifier la pression de pré-charge. Si la membrane est saturée d'eau, la remplacer par une autre du type EPDM. | | | | | x | La pression de pré-charge est ordinairement de 85 kPa, sinon employer la pression indiquée. |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIR D'EXPANSION (suite) | | | | | | | |
| Type à réservoir | Vérifier le niveau. Ajouter du liquide s'il le faut. | | | x | | | Le faire aussi au déclenchement d'un avertisseur. Un réservoir de taille courante est normalement rempli au 1/3 lorsque le liquide est froid et au 2/3 lorsque le système atteint sa température maximale. |
| Type ouvert | Vérifier le niveau de liquide. En ajouter s'il le faut. Si le fonctionnement est automatique, examiner et nettoyer les sondes. | | | | x | | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température et les tours-minute. | | | | | x | |
| Contacteurs et commutateurs | Examiner les connexions et en vérifier la solidité. Vérifier s'il y a du piquage; remplacer les contacts. | | | | | x | |
| Roulement | Vérifier s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | x | | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de carbone ou de céramique, les joints toriques et les joints plans fuient, sont usés, ou font du bruit. | | | x | | | Selon les recommandations du fabricant. Remplacer s'il y a fuite. |
| Raccords | Examiner le jeu. Resserrer s'il le faut. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS (suite) | | | | | | | |
| Montage et alignement | Vérifier. Rectifier s'il le faut. | | | | | x | |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression engendrée. | | | | x | | |
| ÉCHANGEUR DE CHALEUR | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | x | | | |
| | Suivre les recommandations du fabricant pour le nettoyage et l'inspection de l'appareil. Réparer si la chute de pression est supérieure de 20 p. 100 à la valeur initiale. | | | | | x | Échangeurs à calandre: Passer un écouvillon dans les tubes des échangeurs à tête mobile. Pour les types à faisceau, utiliser un solvant chimique et rincer. Démonter les échangeurs à plaques et les nettoyer à l'aide d'une brosse en fibre; employer une solution de détergent ou de carbonate de sodium anhydre. |
| | Remplacer les garnitures. | | | | | | Au besoin. |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE | Examiner l'isolation des réservoirs. | | | | | x | |
| | Vérifier s'il y a des fissures fissures, des déformations ou des traces de fusion sur les revêtements. Ces derniers doivent être identifiés et étiquetés. | | | | | x | Suivre les recommandations du fabricant pour les réparations. Les tolérances de températures et les exigences relatives à l'entretien et à la réparation varient beaucoup d'un réservoir à l'autre. |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | | | | | | | |
| | Les revêtements de réservoir typiques comprennent le ciment directement appliqué (on dit parfois que ces réservoirs sont "garnis de pierre"), le ciment appliqué sur treillis soudé, les enduits d'aluminate de calcium (par ex. "Alcrete"), les parois de cuivre ajustées, les finis époxydes et les feuilles de plastique vinylique rapportées. | | | | | | Des nettoyages et rinçages fréquents sont bénéfiques pour tous les genres de réservoirs. |
| | Vérifier l'état des anodes de magnésium et des autres dispositifs de protection contre le corrosion. | | | | | x | S'il y en a. |
| Revêtement de ciment | Vidanger, ouvrir le trou d'homme et examiner le revêtement avec attention. Colmater en suivant les recommandations du fabricant concernant la matière et la méthode à utiliser. Enlever les débris, rincer, remplacer la garniture s'il le faut, puis remplir. | | | | | x | Les mois d'hiver, un jour nuageux de préférence.<br><br>Fournir la ventilation et l'éclairage appropriés. |
| Revêtement de verre | Examiner le revêtement. Réparer ou remplacer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | Le faire seulement si le réservoir est bloqué ou si la corrosion dont on voit la trace dans l'eau, provient du réservoir. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | | | | | | | |
| Revêtement de plastique (vinylique ou époxyde) | Vérifier s'il y a détérioration, fuite ou décoloration. Vidanger, enlever les débris et rincer. Réparer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | L'eau ne devrait pas pénétrer derrière ces revêtements. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si c'est possible. | | | | | x | Les instruments montés sur les puits sont accessibles de l'extérieur. |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Examiner le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer selon les besoins. |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les presse-étoupe et les joints étanches. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapes devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si c'est possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Tamis | Les ouvrir, enlever le panier, nettoyer et rincer. | | | x | | x | Le faire plus souvent si la chute de pression est importante. Le faire aussi pendant le démarrage. |
| Filtres à eau | Surveiller la chute de pression. | | | x | | | Remplacer le support ou la cartouche, selon les besoins. |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Faire fonctionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage. | | | | | x | Remplacer le vase à trop-plein sous le tuyau de sortie (s'il y en a un). |
| Évents | Pour les évents à entretien, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | Après la mise en service, les évents doivent être isolés à l'aide des robinets d'arrêt. |
| Liquides | Vérifier la pression. S'il le faut, remettre de l'antigel solaire recommandé. | | | | x | | Une perte constante de liquides dénote une défectuosité. Vérifier s'il y a des fuites dans les tuyaux, les soupapes ou les évents. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Fluides (suite) | Mesurer la concentration de l'antigel, le pH et l'alcalinité. Effectuer les autres analyses et traitements chimiques recommandés pour le fluide du système solaire en question. | | | | x | | Il est important de le faire avant l'hiver. Voir les "Lignes directrices pour l'opérateur". Vérifier les avertisseurs de haute température, ou s'il y a stagnation dans les capteurs. |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE | | | | | | | |
| Commande à différentiel | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indicateurs du système affichés. S'assurer du bon fonctionnement des pompes selon chaque réglage. | | | x | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rallumer pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande pour les positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages électroniques ou numériques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains thermiques pour la vérification des points de consigne. |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| Panneau indicateur de l'état du système | Faire fonctionner et remettre à l'état initial tous les circuits des avertisseurs et des indicateurs du système (haut niveau d'eau, bas niveau d'eau, haute température, basse température, etc.) | | | | x | | |
| | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles. | | | x | | | |
| Panneau d'affichage des températures | Noter les températures à tous les points de détection et vérifier leur justesse (sortie du capteur-T, entrée du capteur-T, etc.). | | x | | | | Les pompes doivent avoir fonctionné pendant plusieurs minutes avant que l'on procède aux lectures. |
| | Retirer les détecteurs des puits et vérifier l'étalonnage d'installation au point de congélation et au point d'ébullition de l'eau. | | | | | x | Il faut le faire au moins une fois pendant la durée de vie d'un système, et plus souvent si les détecteurs employés ne sont pas à DTR de platine. |
| Câblage (d'alimentation) | Vérifier si l'isolation présente des signes de retrécissement ou de fragilité dans le voisinage des commandes, des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils ou les conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer une surchauffe du câblage; vérifier. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES EN BOUCLE FERMÉE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis des bornes. | | | | | x | |

## P R O B L È M E S  D E  F O N C T I O N N E M E N T

### SYSTÈMES ET BOUCLE A MOYENNE ET FORTE CAPACITÉ

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| **POMPE:** Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée, fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- N'a pas été mise en marche par la commande.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problème au niveau du système de commande. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Surchauffe du caloporteur.<br>- Accumulation de vapeur et perte de caloporteur.<br>- Conditions de stagnation<br>- Panne accélérée d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | - Avertisseur de haute température du capteur.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |
| **POMPE:** Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Commande réglée à ouverture manuelle.<br>- Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problèmes au niveau du système de commande. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Gel du réservoir de stockage. | - Avertisseur de basse température.<br>- Thermostat de protection contre le gel pour arrêter la pompe.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| **VASE D'EXPANSION:** | - Saturé d'eau.<br>- De format insuffisant.<br>- Charge d'origine trop élevée.<br>- (Pression de remplissage trop élevée).<br>- Charge d'origine trop basse. | - Établissement de pression.<br>- Caloporteur dissipé.<br>- Entraînement d'air.<br>- Perte de circulation.<br>- Surchauffe de la pompe - moteur grippé.<br>- Conditions de stagnation:<br>  - Panne d'antigel.<br>  - Corrosion.<br>  - Dommage causé par le gel. | - Avertisseur de haute pression.<br>- Avertisseur de basse pression.<br>- Avertisseur de haute température<br>- du capteur.<br>- Observation du manomètre. |
| **COMMANDE:**<br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non reglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.<br>- Câblage défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux.<br>- Interrupteurs défectueux. | - Inefficacité.<br>- Conditions de stagnation:<br>  - Panne d'antigel.<br>  - Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | - Avertisseur de haute température du<br>- capteur.<br>- Avertisseur de basse température.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |
| **ÉVENT:** | - Les robinets d'arrêt aux évents automatiques sont restées ouverts.<br>- La charge du système était trop basse au départ. | - Manque de circulation.<br>- Manque de captage de chaleur.<br>- La pompe surchauffe.<br>- Stagnation et dommages résultants. | - Avertisseur de haute température du capteur.<br>- Avertisseur de basse pression.<br>- Observation des températures.<br>- Vérification périodique de la hausse de température dans les groupes de capteurs.<br>- Observation des manomètres. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| PAS DE CIRCULATION:<br><br>Pompe en marche. | - Air emprisonné dans le circuit.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu).<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Stagnation et conséquences (voir ci-dessus).<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de haute température du capteur.<br>- Avertisseur de basse pression.<br>- Observation des températures.<br>- Observation des manomètres. |
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE: | - Joint de soudure incorrect.<br>- Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion. | - Perte de pression dans le circuit.<br>- Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- Conditions de stagnation - conséquences.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de basse pression.<br>- Avertisseur de haute température.<br>- Observation des manomètres.<br>- Observation des températures. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT PRIMAIRE | - Le caloporteur a perdu sa capacité de protection contre le gel. | - Pas d'écoulement.<br>- Bris dans la tuyauterie.<br>- Perte de caloporteur. | - Vérification régulière de la qualité de l'antigel. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT SECONDAIRE | - Le fonctionnement ne peut être commandé.<br>- Le (ou les) détecteur(s) sont desserrés.<br>- La commande ou le détecteur sont défectueux.<br>- Le circuit secondaire de la pompe ne fonctionne pas.<br>- Défectuosité électrique. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Dommages causés par le gel au réservoir et aux tuyaux du circuit secondaire.<br>- Inondation. | - Avertisseur de basse température.<br>- Les pompes sont verrouillées de sorte que la pompoe du circuit peut démarrer seulement lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne (interrupteur à débit). |

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT
(suite)

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| SOUPAPE DE DÉCHARGE:<br><br>Saute continuellement. | - Pression de remplissage trop élevée.<br>- Soupape de décharge défectueuse.<br>- Vase d'expansion saturé d'eau. | - Perte de caloporteur.<br>- Entraînement d'air.<br>- Faible circulation du caloporteur.<br>- Conditions de stagnation et conséquences. | - Avertisseur de haute pression.<br>- Observation du niveau d'antigel dans le vase à trop-plein.<br>- Observation du manomètre. |
| CONTAMINATION MUTUELLE:<br><br>(système avec échangeur de chaleur direct) | - Fuite dans l'échangeur de chaleur. | - Perte de pression dans le système.<br>- Accoissement de pression dans le système. | - Avertisseur de haute pression.*<br>- Avertisseur de basse pression.*<br>- Vérification de la qualité de l'antigel.<br>- Vérification de la pression du circuit primaire au moins deux fois par année. |

* Solution partielle seulement.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 1. PÉRIODES ENSOLEILLÉES OU PARTIELLEMENT ENSOLEILLÉES

Le système à énergie solaire doit avoir des cycles de fonctionnement.

### 2. PÉRIODES NUAGEUSES OU SANS SOLEIL

Le système à énergie solaire aura des cycles de fonctionnement seulement si la température extérieure ambiante est suffisamment plus élevée que celle de l'eau qui entre dans le circuit ou que celle de l'eau au fond du réservoir solaire de stockage.

### 3. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Si le système ne fonctionne pas selon la description pour les conditions météorologiques ci-dessus, vérifier le disjoncteur principal et les disjoncteurs divisionnaires.

### 4. POMPES

#### 1. Pompe du circuit secondaire

La pompe du circuit secondaire est mise en marche et arrêtée par la commande à différentiel de température. Les cycles doivent correspondre à ceux qui sont décrits aux paragraphes 1 et 3. SINON, vérifier:

- les connexions d'alimentation électrique, le relais du démarreur et le câblage
- les réglages de la commande à différentiel
- les connexions au détecteur et le circuit
- la commande

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 4. POMPES (suite)

#### 1. Pompe du circuit secondaire (suite)

Remarque: Si le thermostat de protection contre le gel a arrêté la pompe du circuit primaire, la pompe du circuit secondaire doit fonctionner tant que le contact est réalisé par la commande à différentiel.

#### 2. Pompe du circuit primaire

Cette pompe doit toujours fonctionner quand la pompe du circuit secondaire est en marche, sauf quand le thermostat de protection contre le gel l'a arrêtée.

Sinon, vérifier:

- si tous les appareils de robinetterie de circuit secondaire sont ouverts;
- l'interrupteur à débit et le câblage de commmande;
- le démarreur et le moteur de la pompe et le câblage d'alimentation du relais;
- l'écoulement dans le circuit secondaire à l'aide du manomètre comme il est décrit au paragraphe 2.4. S'il n'y pas d'écoulement, vérifier le moteur, l'accouplement et la turbine de la pompe;
- si l'échangeur de chaleur ou les tuyaux ne sont pas obstrués.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 5. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

- Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures que le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:

  a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
  b) le nombre d'heures d'ensoleillement
  c) la période de l'année
  d) la température extérieure.

  Le système peut fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

- Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

  a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;

  b) si le point de consigne de congélation est correct;

  c) si le système est fermé à cause du gel.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 6. COMPTEUR DE CYCLE

Cet instrument est utile pour détecter le cyclage excessif ou l'absence de cyclage de la pompe du circuit primaire.

Le cyclage excessif peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop rapprochés;
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système;
- qu'il y a des connexions intermittentes.

Une absence de cyclage ou un cyclage trop peu fréquent peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop larges;
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système;
- que des détecteurs de température sont ouverts ou court-circuités.

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS

Se reporter au schéma "Boucle fermée" à la page 10.

- La température à T-1 doit toujours être plus élevée que celle à T-2.
- Le différentiel de température ne doit pas dépasser 5°C à 8°C lors d'un ensoleillement maximal. Si le différentiel de température est plus élevé et que la boucle fonctionne à débit réduit, vérifier:

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

- si des appareils de robinetterie sont partiellement fermés;
- si les filtres sont sales;
- les limites de pression;
- s'il y a des obstructions;
- s'il y a des bouchons d'air;
- s'il y a des problèmes au niveau de la pompe.

- Il doit toujours y avoir un petit différentiel de température lorsque la pompe fonctionne pendant les périodes ensoleillées. Dans le cas contraire, vérifier:

  - si des appareils de robinetterie de la boucle des capteurs sont fermés;
  - si l'écoulement est empêché pour quelque raison que ce soit;
  - si les capteurs sont recouverts de neige;
  - s'il y a des bouchons d'air dans le système;
  - si la pompe fonctionne hors des limites de pression;
  - si la turbine de la pompe est désengagée;
  - si la boucle des capteurs est gelée.

Les niveaux de température à T-1 et à T-2 varieront entre 5°C et 95°C. Des niveaux élevés de température indiquent qu'il y a une grande quantité d'eau chauffée par énergie solaire. S'il n'y a pas de consommation d'eau domestique, il peut en résulter un trop grand captage d'énergie solaire, ce qui peut entraîner des augmentations excessives de pression

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

et de température dans la boucle et un écoulement subséquent du caloporteur par les soupapes de décharge des circuits primaire et secondaire.

Il est recommandé de régler le système pour que la soupape de décharge pression-température du circuit secondaire s'ouvre avant celle du circuit primaire. C'est une protection contre les pertes d'antigel.

Lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne, la température à T-4 doit toujours être plus élevée que la température à T-3. Dans le cas contraire, il est possible qu'il n'y ait pas d'écoulement dans le circuit secondaire, que la pompe du circuit ait été arrêtée à cause des "Conditions de gel" ou qu'il y ait un problème au niveau de la commande du système qui entraînerait un échange de chaleur inversé.

La température à T-4 doit toujours être inférieure à la température à T-1, tant que les pompes fonctionnent.

Les températures 1, 2, 3, 8, et peut-être la température 5 peuvent être près de la température de la pièce pendant les périodes où il n'y a pas d'écoulement dans les circuits.

T-5 indique la température de l'eau emmagasinée. Cette température varie habituellement entre 5°C (s'il y a une grande demande d'eau domestique sans captage d'énergie solaire) et 80°C (s'il y a qu'un faible demande ou aucune demande d'eau domestique et un captage maximal d'énergie solaire).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

T-6 indique la température de l'eau emmagasinée dans le chauffe-eau d'appoint, réglée normalement entre 50°C et 60°C.

T-7 indique la température de l'eau chaude domestique, maintenue normalement entre 45°C et 70°C.

T-8 indique la température de l'eau froide qui entre dans le système.

### 8. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS

L'étalonnage de tous les détecteurs de température, tels qu'ils sont installés dans le système, peut permettre à un opérateur de surveiller et d'entretenir un circuit d'eau chaude domestique à énergie solaire avec une efficacité, une précision et une assurance toujours croissantes. On peut effectuer l'étalonnage facilement, à l'aide de matériaux faciles à se procurer, au point de congélation de l'eau (0°C) et au point d'ébullition de l'eau (100°C), selon la pression atmosphérique:

On place de la glace concassée ou broyée dans un thermos à ouverture large qui contient de l'eau froide. On laisse le mélange se stabiliser. En autant que des quantités importantes de glace et d'eau sont présentes, la température du mélange atteint rapidement 0°C (à ± 0,1°C) et n'est que peu influencée par la température ambiante et par la pression atmosphérique. On retire les sondes de monitorage de la température de leurs

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

8. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS (suite)

puits, une à la fois, et on les place dans le thermos (près de leur emplacement d'origine) et, après une période de stabilisation, on peut lire la température sur l'indicateur central.

S'il est possible de faire le réglage au zéro, chaque canal de détecteur doit être réglé pour indiquer 0,0°C quand la sonde qui lui correspond est plongée dans le bain d'eau et de glace; dans le cas contraire, on doit noter et indiquer clairement l'erreur observée à 0°C (soit: T-1 est trop élevé de 0,3°C, T-2 est trop bas de 0,5°C, etc.).

On emploie la même méthode de base pour l'étalonnage au point d'ébullition, sauf qu'on utilise de l'eau qui bout fortement sur une plaque chauffante, et qu'on doit faire les corrections nécessaires relatives à la pression atmosphérique.

La pression "atmosphérique normale" est 101,3 kPa; le point d'ébullition de l'eau baisse d'environ 0,3°C pour chaque réduction de 1 kPa de pression et augmente de 0,3°C pour chaque augmentation de 1 kPa de pression. Si la pression en un lieu est de 100 kPa, on peut s'attendre à ce que l'eau bout à environ 99,6°C: On détermine donc le point d'ébullition "réel", puis on corrige l'erreur du détecteur ou on la prend en note, tel que requis.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 9. PRESSIONS DANS LE SYSTÈME

La pression dans la boucle primaire variera entre la pression minimale de remplissage (quand le système est froid) et la pression maximale de service (quand le système est chaud). Des problèmes peuvent se poser si la pression est trop basse ou trop élevée:

Une pression trop basse peut produire un vide dans les parties élevées de la boucle, ce qui peut causer un entraînement d'air, etc.

Une pression trop élevée peut entraîner un débordement.

L'avertisseur de haute et de basse pression indique que les pressions de service sont anormales.

Si l'avertisseur de haute pression se déclenche:

- vérifier si le point de réglage de l'avertisseur est correct
- vérifier si le capteur est en période de stagnation ou si la pompe est en panne
- vérifier si l'eau domestique du circuit fuit dans la boucle fermée par l'échangeur de chaleur.

Ces différentes causes peuvent entraîner également des problèmes au niveau du vase d'expansion tels qu'une charge trop élevée, un affaissement de la membrane dans l'installation d'origine, ou un système dont la charge est trop élevée à l'origine (démarrage à froid).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

9. PRESSIONS DANS LE SYSTÈME (suite)

Si l'avertisseur de basse pression se déclenche:

- vérifier si le point de réglage de l'avertisseur est correct
- vérifier dans le vase à trop-plein s'il y a eu une perte d'antigel
- vérifier s'il y a des fuites dans la tuyauterie, les capteurs ou l'échangeur de chaleur
- vérifier si le vase d'expansion est en panne.

La pression indiquée par le manomètre sur la pompe du circuit secondaire varie avec les fluctuations de la pression de l'eau de la municipalité. On utilise ce manomètre pour mesurer le rendement de la pompe.

10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL

Cet instrument doit être réglé à 5°C; il protège le circuit secondaire de l'échangeur de chaleur contre les dommages causés par le gel et arrête la pompe du circuit primaire par le biais d'un relais temporisé. Ce relais temporisé est réglé de façon à empêcher le cyclage inutile lors des mises en marche par temps très froid. Pendant les conditions de gel, la pompe du circuit secondaire fonctionne aussi longtemps que la commande indique un captage d'énergie solaire utile.

Le relais temporisé peut nécessiter un réglage sur une plus longue période afin de tenir compte des bouchons de

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL (suite)

caloporteur froid qui peuvent se former dans les parties exposées de la boucle primaire.

11. THERMOSTAT LIMITEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE DES CAPTEURS

Le thermostat limiteur de haute température des capteurs doit être réglé de façon à déclencher un signal d'alarme lorsqu'il détecte des températures qui dépassent 95°C. Les températures peuvent être anormalement élevées à cause:

- d'un disjoncteur des pompes qui a sauté ou qui a été déchenché
- d'une absence d'écoulement dans les capteurs
- de bouchons d'air dans le système
- d'une absence de mise sous pression dans la partie supérieure des capteurs
- des pompes qui ne fonctionnent pas
- d'un filtre sale ou d'une obstruction dans la tuyauterie
- de problèmes au niveau de la commande du système.

12. CALOPORTEUR

Le circuit primaire est chargé avec une solution de propylène glycol et d'eau à laquelle on a ajouté un inhibiteur de corrosion.

Plus la température du caloporteur dans la boucle est basse et plus la présence d'oxygène est faible, meilleure sera sa stabilité physique et chimique. Avec des températures élevées en présence d'oxygène libre ou en solution, la

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

12. CALOPORTEUR (suite)

réaction d'oxydation de la solution de glycol est accélérée, ce qui diminue l'efficacité des inhibiteurs de corrosion et d'oxydation de même que l'efficacité (protection contre le gel) de l'antigel.

La durée de la capacité de protection contre le gel et contre la corrosion de la solution varie d'un système à l'autre.

Il est essentiel de vérifier régulièrement les propriétés physiques et chimiques du caloporteur afin de garantir une protection adéquate contre le gel et la corrosion. (Se reporter au manuel "Système autonome en boucle fermée".)

## 4. Caractéristiques des instruments recommandés

### 1. Affichage de la température

#### 1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau:

| | |
|---|---|
| Plage: | de 0°C à 100°C |
| Résolution: | 0,1°C minimum |
| Précision: | 0,1% de l'échelle ± 1 chiffre (max. 0,2°C) à 20°C |
| Stabilité: | 100 ppm/°C |
| Type: | Détecteur de température à résistance standard en platine (DIN 43760), compensée par 3 ou 4 fils à résistance. |
| Temps d'échantillonnage: | 1 s maximum |
| Affichage: | Diode à 7 segments à émission lumineuse ou affichage lumineux à cristaux liquides, chiffres d'une hauteur minimale de 12 mm. |
| Recommandation: | L'affichage doit être protégé des dommages qui pourraient lui être causés:<br>- si le conducteur du DTR est ouvert<br>- si le conducteur du DTR est court-circuité<br>- si le DTR est court-circuité, au conducteur c.a. |

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

1. Affichage de la température (suite)

1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau: (suite)

Fournisseurs: Appareil de mesure de DTR modèle 199 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA.

Indicateur numérique 3½ modèle 410A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

Voyant de DTR modèle PDAW-48 de Enercorp, P.O. Box 20, Station U, Toronto, Ont.

Voyant de DTR ELS/analogique thermo-électrique, 12 Rutherford, South Brampton, Ont.

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau:

Le sélecteur doit avoir dix positions, une faible résistance (inférieure à 0,01 Ω); il doit être bipolaire ou tripolaire, à chevauchement avec bornes filetées et approprié au mesurage du DTR.

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau: (suite)

Fournisseurs:

Sélecteur de DTR à contacts argent rotatif modèle OSW3-10 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA.

Sélecteur tripolaire, 10 entrées, à bouton poussoir modèle 409A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

Sélecteur rotatif à 10 positions, à contacts or de Enercorp., P.O. Box 20, Station U, Toronto, Ont.

3. Câblage:

Le câblage doit être fait avec 3 ou 4 fils (selon le détecteur) non blindés, avec enveloppe de PVC et conducteurs n° 22 AWG toronnés et étamés (n° 8443 de Belden ou l'équivalent). Le câblage doit aller du panneau de commande jusqu'à un endroit près de l'installation du détecteur, sans jonction; il doit ensuite passer par un conduit flexible et être relié à la boîte de jonction fixée sur le puits de thermomètre. Le raccordement aux fils du DTR doit être fait à l'aide d'une plaque à bornes filetées. Le câblage apparent doit passer par un conduit métallique.

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

3. Câblage: (suite)

Fournisseurs: Electro Sonic Inc.,
1100 Gordon Baker Rd.,
Willowdale, Ont.

Cesco Électronique Ltée,
4050, rue Jean-Talon Ouest,
Montréal (Québec)

4. Détecteurs de température:

Les détecteurs doivent être de type DTR en platine (DIN 43760), à éléments bobinés ou en couche mince montée dans une enveloppe rigide conductrice de chaleur, d'un diamètre maximal de 6,4 mm.

Précision minimale:

± 0,3°C à 0°C
± 0,6°C à 100°C

Fournisseurs: DRT en platine-100 modèle PR-12 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA

DTR en platine modèle RTS-30 Hycal, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

4. Détecteurs de température: (suite)

Fournisseurs: (suite)

DTR en platine-100 modèle Précision
de Enercorp, P.O. Box 20,
Station U, Toronto, Ont.

5. Montage du détecteur:

Les détecteurs DTR doivent être installés dans des puits en acier inoxydable sur les raccords en T, comme le montre le schéma du système. On doit utiliser un composé conducteur de chaleur au silicone pour assurer une bonne transmission de chaleur entre le caloporteur et l'élément. On doit fixer des boîtes de jonction ou des têtes métalliques aux puits de thermomètre afin de protéger le câblage et les jonctions de la boîte de connexion du détecteur. Ces boîtes doivent être conçues de façon à permettre l'accès aux détecteurs de température lors de l'entretien et du remplacement.

On doit utiliser un assemblage d'écrou et de presse-étoupe pour fixer le détecteur de température aux puits de thermomètre et pour réduire l'influence de la chaleur ambiante externe sur le détecteur.

Pour les puits de thermomètre installés sur des canalisations d'eau froide (T-3, T-4, T-5 et T-8 sur le schéma du système), on doit appliquer un composé d'étanchéité autour du point où les fils du détecteur traversent l'écrou de presse-étoupe, afin d'empêcher

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

5. Montage du détecteur: (suite)

qu'il se forme de la condensation dans le puits ainsi que les défaillances de l'élément qui pourraient en résulter.

6. Panneau indicateur de l'état du système

On doit fournir un panneau indicateur de l'état du système tel qu'illustré sur le schéma "Boucle fermée". Le panneau doit avoir approximativement 250 mm de hauteur sur 300 mm de largeur, avec une surface en "Lamacoid" noire ou foncée avec inscriptions gravées d'une hauteur de 12 mm, munie de voyants lumineux verts indiquant le fonctionnement, de voyants lumineux rouges d'avertisseur et d'un dispositif de réenclenchement de l'avertisseur. Prévoir des découpures qui permettront l'encastrement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles.

7. Thermostat de protection contre le gel

Équivalent au "Penn" de la série A9, unipolaire et à une direction, de 110 V, coupe le circuit lorsque la température chute. Plage réglable entre -15°C et 40°C et bouton de réenclenchement manuel. Assemblage de puits de bulbe et d'écrou de presse-étoupe, adaptateur N.P.T. de 12,5 mm et tige de 110 mm de longueur. Installé dans le puits de thermomètre dans la canalisation de retour du capteur et câblé pour arrêter la pompe du circuit primaire. Câblé également au panneau indicateur de l'état du système pour signaler une alarme.

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

8. Thermostat limiteur de haute température

Équivalent au "Penn" A19 ANC, sous enveloppe imperméable, plage de 38°C à 121°C, réglé à 95°C, muni d'un tube capillaire de détection et d'un puits, installé à la sortie des capteurs. Le thermostat est relié au panneau indicateur de l'état du système de capteur en passant par un relais à verrouillage afin de signaler la haute température des capteurs.

9. Avertisseur de haute et de basse pression

Équivalent au manomètre à contact double "Winters", cadran de 150 mm, plage de 0 kPa à 700 kPa, muni de relais. L'aiguille de l'avertisseur est réglable sur toute la plage, avec vis-robinet. L'avertisseur est relié au panneau indicateur pour signaler les hautes et les basses pressions.

10. Démarreurs de la pompe

Les démarreurs de pompe doivent être reliés aux voyants de fonctionnement du panneau indicateur.

11. Manomètres

Diamètres de face de 150 mm; boîtier en acier fini noir; muni d'une vis-robinet en laiton. La plage doit convenir aux paramètres de l'installation. Les manomètres doivent être équivalents au modèle "Trerice" ou au modèle "Winters". Ils doivent être munis de vannes d'inversion de cycle afin de mesurer les

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

11. Manomètres (suite)

pressions d'aspiration et de refoulement des pompes des circuits primaire et secondaire.

12. Vases à trop-plein

On doit installer en permanence des vases à trop-plein destinés à recevoir le caloporteur évacué par les soupapes de décharge pression-température des circuits d'eau primaire et secondaire. Capacité minimale: 10 L.

13. Chronographe (temps écoulé)

Chronographe électromécanique de 110 V, à compteur entraîné par moteur synchrone c.a. avec indication à 6 chiffres de l'heure et des dixièmes d'heure, sans remise à zéro. Équivalent au Bach Simpson #1357 ETIF.

14. Compteur de cycles

Électromécanique, 110 V, sans réenclenchement, affichage à 6 chiffres au minimum, approuvé par l'ACNOR. Équivalent au "Hecon" A0-040. Hauteur minimale des chiffres: 5 mm. Approuvé par l'ACNOR.

## 5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation

### 1. Affichage de la température

| | |
|---|---|
| Détecteurs avec boîte de jonction électrique (8): | 800,00 $ |
| Puits en acier inoxydable (8):. | 120,00 $ |
| Affichage numérique de la température: | 550,00 $ |
| Sélecteur rotatif: | 200,00 $ |
| Panneau avec inscriptions gravées: | 250,00 $ |
| Matériaux pour le câblage: | 350,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour l'installation: 30 h à 25$/h: | 750,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 3,020,00 $ |

### 2. Panneau indicateur de l'état du système

| | |
|---|---|
| Thermostat de protection contre le gel et puits: | 72,00 $ |
| Thermostat limiteur de haute température et puits: | 160,00 $ |
| Interrupteur de haute et de basse pression: | 120,00 $ |
| Interrupteur à débit: | 60,00 $ |
| Chronographe (temps écoulé) | 40,00 $ |
| Compteur de cycles: | 20,00 $ |
| Panneau avec inscriptions gravées et voyants témoins: | 360,00 $ |
| Matériaux pour le câblage: | 320,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour installation: 20 h à 25$/h: | 500,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 1,652,00 $ |

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation (suite)

3. Divers

| | |
|---|---|
| Puits thermique pour l'équilibrage des groupes de capteurs (10): | 100,00 $ |
| Manomètres avec vis-robinets et vannes d'inversion (2): | 90,00 $ |
| Vases à trop-plein (2) | 60,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour l'installation: 18 h à 25$/h: | 450,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 700,00 $ |
| COÛT TOTAL - POUR TOUS LES SYSTÈMES: | 5 372,00 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | 537,20 $ |
| | 5 909,20 $ |
| 10 p. cent de profit: | 590,92 $ |
| COUT TOTAL DU SYSTÈME DE MONITORAGE OPÉRATIONEL AVEC INSTALLATION: | 6 500,12 $ |

Les coûts en capital pour les systèmes minimaux ne comprennent que les instruments suivants:

| | |
|---|---|
| - 8 thermomètres - avec installation: | 840,00 $ |
| - Dispositif de protection contre le gel câblé de façon à arrêter la pompe: | 200,00 $ |
| - Manomètres - avec installation: | 200,00 $ |
| | 1 040,00 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | 104,00 $ |
| | 1 144,00 $ |
| 10 p. cent de profit: | 114,40 $ |
| COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION - "Système minimal": | 1 258,40 $ |

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation (suite)

3. Divers (suite)

| | | |
|---|---|---|
| Différence de coût entre le système de "monitorage opérationnel" et le système "minimal": | | 6 088,70 $ |
| | Moins: | 1 258,40 $ |
| | | 4 830,30 $ |

6. Pourcentage des coûts en capital de l'installation de monitorage opérationnel par rapport aux coûts totaux en capital du système à énergie solaire

Le tableau ci-dessous montre l'augmentation en pourcentage des coûts en capital due à l'incorporation du système de monitorage opérationnel proposé.

| Nombre de capteurs à 1,80 $/m$^2$ | Coût par mètre carré de capteur avec installation | Coût en capital du système à énergie solaire | Pourcentage du coût en capital du système de monitorage opérationnel par rapport au coût total |
|---|---|---|---|
| 60 | 800 $ | 86 400 $ | 5.3% |
| 80 | 790 $ | 113 760 $ | 4.1% |
| 100 | 780 $ | 140 400 $ | 3.3% |
| 120 | 770 $ | 166 320 $ | 2.8% |
| 140 | 760 $ | 191 520 $ | 2.5% |
| 160 | 750 $ | 216 000 $ | 2.2% |
| 180 | 740 $ | 239 760 $ | 2.0% |
| 200 | 730 $ | 262 800 $ | 1.8% |

Pour le tableau ci-dessus, on a supposé que les coûts des systèmes de monitorage opérationnel étaient constants. On doit s'attendre à de légères variantes, selon la configuration du système utilisé.

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL

## ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE

## ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

RÉVISÉ EN MARS 1984

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN
# ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## TABLE DES MATIÈRES


| | PAGE |
|---|---|
| INTRODUCTION | 1 |
| ORGANISATION DU MONITORAGE | 2 |
| A) SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE | 3 |
| 1. Systèmes de moyenne à forte capacité | 3 |
| 1. Description des systèmes | 3 |
| Tableau des problèmes de fonctionnement | 33 |
| Schéma - Système de chauffage solaire de l'eau domestique | 6 |
| 2. Lignes directrices pour l'instrumentation | 7 |
| 1. Indicateurs de température | 7 |
| a) à liquide | 8 |
| b) mécanique (à cadran) | 9 |
| c) à thermocouple | 10 |
| d) à thermistor | 11 |
| e) à semi-conducteur | 12 |
| f) à DTR de platine | 13 |
| 2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs | 15 |
| 3. Avertisseur de haute température | 16 |
| 4. Manomètres | 17 |
| 5. Interrupteur à débit de circuit primaire | 18 |
| 6. Avertisseur de bas niveau d'eau | 19 |

## TABLE DES MATIÈRES (suite)


| | PAGE |
|---|---|
| A) SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE (suite) | |
| 2. Lignes directrices pour l'instrumentation (suite) | |
| 7. Avertisseur de haut niveau d'eau | 19 |
| 8. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit secondaire | 20 |
| 9. Compteur de cycles | 21 |
| 10. Protection contre le gel | 21 |
| 3. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel | 21 |
| LISTE DES POINTS DE VÉRIFICATION | 23 |
| CALENDRIER D'ENTRETIEN | 24 |
| TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT | 33 |
| LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR | 36 |
| 4. Caractéristiques des instruments recommandés | 47 |
| 1. Affichage des températures | 47 |
| 2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau | 48 |
| 3. Câblage | 49 |
| 4. Détecteurs de température | 50 |
| 5. Montage des détecteurs | 51 |
| 6. Panneau indicateur de l'état du système | 52 |
| 7. Thermostat de protection contre le gel | 52 |
| 8. Thermostat limiteur de haute température | 53 |
| 9. Avertisseur de bas niveau d'eau | 53 |
| 10. Avertisseur de haut niveau d'eau | 53 |
| 11. Interrupteur a débit du circuit primaire | 53 |
| 12. Démarreurs de la pompe | 54 |
| 13. Manomètres | 54 |
| 14. Vases à trop-plein | 54 |
| 15. Chronographe (temps écoulé) | 55 |
| 16. Compteur de cycles | 55 |

TABLE DES MATIÈRES (suite) PAGE

A) SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE (suite)

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation 56

6. Pourcentage des coûts du monitorage opérationnel par rapport aux coûts en capital globaux du système solaire 59

## INTRODUCTION

Le but du monitorage opérationnel est de fournir des moyens de garantir:

- que le système de chauffage solaire fonctionne conformément à sa conception;
- que les problèmes de fonctionnement et les pannes sont détectés le plus rapidement possible;
- que des mesures soient prises avant que des dommages sérieux ne se produisent et que des réparations coûteuses ne s'avèrent nécessaires;
- que le système aura une longue durée de vie;
- que les coûts à long terme de fonctionnement et d'entretien sont réduits au minimum;
- que l'entretien s'effectue à intervalles réguliers et déterminés.

## ORGANISATION DU MONITORAGE

Lors de l'établissement des méthodes de monitorage pour les systèmes autonomes de chauffage solaire de l'eau domestique, on doit prendre en considération ce qui suit:

- L'instrumentation fournie avec le système solaire doit être précise et fiable de façon à faciliter le monitorage du rendement pour la mise en service, le réglage adéquat, l'inspection régulière, la vérification du rendement et le dépannage.

- Le système doit être muni d'un avertisseur sonore ou de voyants pour indiquer un fonctionnement anormal.

- Un programme d'entretien doit comprendre un calendrier des travaux d'entretien ainsi que des listes de points de vérification.

- Le monitorage de l'énergie doit pouvoir être intégré sans duplication inutile du matériel.

## MONITORAGE OPÉRATIONNEL

## ÉTAPE II - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE
## SYSTÈME A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

1. Description des systèmes:

Les systèmes de cette catégorie peuvent inclure des installations comprenant au moins 60 capteurs solaires. Ces systèmes sont normalement conçus sur demande et peuvent varier légèrement suivant l'application et les méthodes d'élaboration choisies. A l'exception de ces variantes, on peut décrire le modèle et le fonctionnement des systèmes à vidange temporaire de la façon suivante.

Le concept du chauffage à vidange temporaire est basé sur un système primaire-secondaire. Le circuit primaire se compose d'une boucle ventilée contenant de l'eau traitée chimiquement et parfois déromisée, qui sert de fluide caloporteur circulé dans les capteurs solaires et l'échangeur de chaleur. Pendant les cycles d'arrêt de la pompe, toute l'eau contenue dans la boucle primaire revient par gravité dans les conduits d'alimentation et de retour au capteur et aboutit dans un réservoir situé au bas de la boucle à vidange temporaire.

Le circuit secondaire se compose de l'eau domestique à laquelle la chaleur contenue dans le circuit primaire est transmise.

Voici les deux méthodes de transmission de la chaleur les plus fréquentes:

1. Description des systèmes (suite)

1. Convertisseur à serpentin sur enveloppe avec pompes dans les circuits primaire et secondaire.

2. Insertion d'un faisceau de tubes dans le réservoir de stockage sans pompe dans le circuit secondaire.

Les codes locaux relatifs à l'environnement et à la santé peuvent exiger que les échangeurs de chaleur soient à double paroi afin d'éviter la contamination mutuelle entre l'antigel et l'eau domestique.

L'eau contenue dans le circuit primaire est refoulée par une pompe chaque fois qu'on dispose de la chaleur nécessaire pour chauffer l'eau domestique. Une commande qui détecte la température du fluide aux capteurs et dans le réservoir de stockage déclenche la circulation.

Le circuit primaire doit créer une hauteur d'élévation nécessaire pour amorcer le pompage de l'eau vers le capteur. Pendant le fonctionnement, il existe une combinaison de la hauteur d'élévation et du frottement du fluide dans les tuyaux quand le circuit de retour du capteur se remplit d'eau; une certaine action de siphon est alors produite. Certaines installations sont munies à chaque groupe de capteurs de régulateurs de débit qui assurent un écoulement uniforme dans l'ensemble de l'installation et dans chaque groupe de capteurs.

Un thermostat limiteur de haute température, installé généralement dans le réservoir de vidange, arrête la pompe du circuit primaire quand il détecte des températures anormalement élevées.

1. Description des systèmes (suite)

Les systèmes à vidange temporaire sont parfois ouverts à l'atmosphère au réservoir de vidange ou ils peuvent être conçus comme une boucle "semi-fermée" qui comprend une soupape de décharge et un reniflard, comme le montre le schéma du circuit.

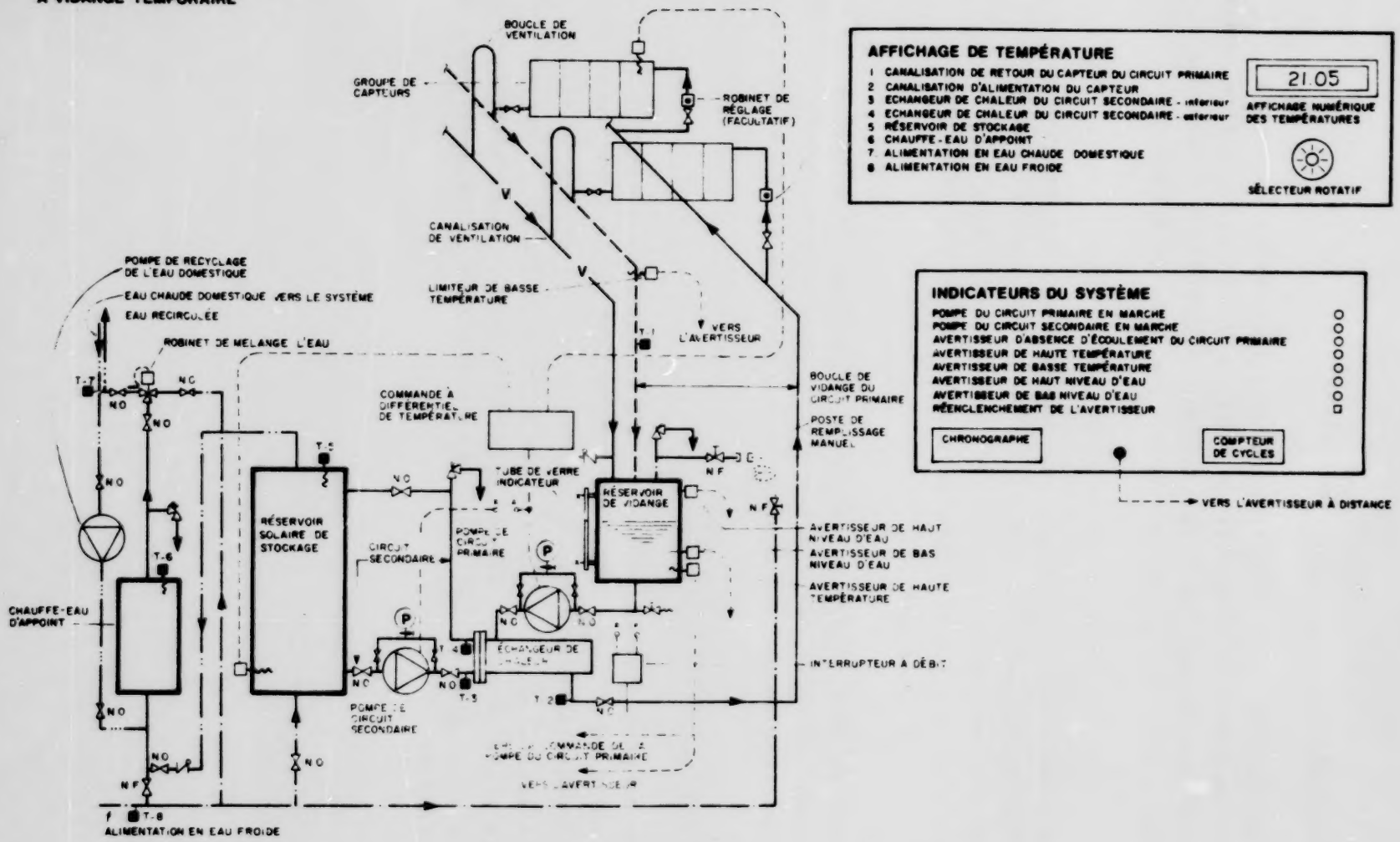
Le réservoir de stockage contient de l'eau domestique préchauffée par le système solaire à des températures qui peuvent varier en fonction de la quantité d'énergie solaire absorbée par les capteurs et livrée, et la quantité d'eau domestique consommée.

Le chauffage d'appoint de l'eau domestique est effectué normalement par des chauffe-eau de réservoir distincts installés en série, en aval du réservoir de stockage solaire.

Schéma du système solaire

Le schéma suivant intitulé "SYSTÈME SOLAIRE DE CHAUFFAGE D'EAU CHAUDE DOMESTIQUE A VIDANGE TEMPORAIRE" donne l'instrumentation nécessaire au monitorage opérationnel. Le schéma du circuit illustré représente le système en boucle fermée de conception la plus courante. Il est possible que certaines modifications de l'instrumentation soient nécessaires pour d'autres types de circuits.

**SYSTEME DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMETIQUE À ÉNERGIE SOLAIRE À VIDANGE TEMPORAIRE**




**AFFICHAGE DE TEMPÉRATURE**

1. CANALISATION DE RETOUR DU CAPTEUR DU CIRCUIT PRIMAIRE
2. CANALISATION D'ALIMENTATION DU CAPTEUR
3. ECHANGEUR DE CHALEUR DU CIRCUIT SECONDAIRE - intérieur
4. ECHANGEUR DE CHALEUR DU CIRCUIT SECONDAIRE - extérieur
5. RÉSERVOIR DE STOCKAGE
6. CHAUFFE-EAU D'APPOINT
7. ALIMENTATION EN EAU CHAUDE DOMESTIQUE
8. ALIMENTATION EN EAU FROIDE

21.05

AFFICHAGE NUMÉRIQUE DES TEMPÉRATURES

SÉLECTEUR ROTATIF

**INDICATEURS DU SYSTÈME**

- POMPE DU CIRCUIT PRIMAIRE EN MARCHE
- POMPE DU CIRCUIT SECONDAIRE EN MARCHE
- AVERTISSEUR D'ABSENCE D'ÉCOULEMENT DU CIRCUIT PRIMAIRE
- AVERTISSEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE
- AVERTISSEUR DE BASSE TEMPÉRATURE
- AVERTISSEUR DE HAUT NIVEAU D'EAU
- AVERTISSEUR DE BAS NIVEAU D'EAU
- RÉENCLENCHEMENT DE L'AVERTISSEUR

CHRONOGRAPHE

COMPTEUR DE CYCLES

VERS L'AVERTISSEUR À DISTANCE

## 2. Lignes directrices pour l'instrumentation

### 1. Indicateurs de température:

Il est nécessaire d'avoir des indicateurs de température pour les vérifications régulières et pour le dépistage de conditions anormales de fonctionnement.

L'expérience a montré que les thermomètres bimétalliques et les thermomètres à liquide qu'on trouve sur le marché sont de peu d'utilité dans un système à énergie solaire. Ces instruments ne restent généralement pas étalonnés et la comparaison des températures du caloporteur n'a donc pas de signification.

Les plages de température de fonctionnement dans les circuits primaire et secondaire sont relativement étendues, par ex. de 5°C à 90°C. Les températures relatives, ou les différentiels de température, entre les circuits d'alimentation et de retour, et les températures d'approche entre les circuits primaire et secondaire, cependant, sont petites dans les systèmes à vidange temporaire.

- Durant un ensoleillement maximal, l'écart de température entre l'alimentation et le retour au capteur se situe habituellement entre 5°C et 8°C.
- L'écart habituel entre l'alimentation et le retour au capteur est de 2,5°C à 4°C par temps ensoleillé.
- Le différentiel de température entre l'alimentation et le retour du circuit secondaire varie entre 0°C et 10°C.

et

- La température d'approche entre le retour du circuit primaire (boucle du capteur) et l'alimentation du

1. Indicateurs de température (suite)

circuit secondaire (quittant l'échangeur de chaleur) fluctue généralement entre 0°C et 10°C.

En plus de la connaissance des niveaux de température des circuits primaire et secondaire, la connaissance des différentiels de température mentionnés précédemment indique à l'opérateur si son système de chauffage solaire fonctionne correctement. Étant donné que les différentiels de température à l'intérieur des boucles primaire et secondaire sont petits (de 0°C à 10°C), mais qu'ils peuvent se produire n'importe où dans la plage de fonctionnement de 5°C à 95°C du système, il faut des détecteurs d'une linéarité et d'une précision exceptionnelles, afin d'obtenir des mesures qui soient significatives. Dans le cas d'un différentiel de température de 5°C, par exemple, deux mesures d'une précision de plus ou moins 0,5°C produiront une lecture en deçà de 1°C, soit 20 p. cent de la valeur réelle. Pour le monitorage du rendement d'une installation, une telle précision est considérée comme minimale.

Principaux types de détecteurs de température

a) à liquide

Il existe plusieurs types d'appareils à contenu liquide qui indiquent ou détectent les températures; le plus courant est le thermomètre à tige de verre au mercure ou à l'alcool coloré. Ils fonctionnent selon le principe de la dilatation du volume d'un liquide soumis à une hausse de température. L'emploi d'un gros bulbe et d'un petit tube capillaire produit un effet grossissant qui permet une lecture visuelle directe sur une graduation linéaire. La précision habituelle d'un thermomètre à

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

a) à liquide (suite)

tige de verre varie de plus ou moins 2°C, et peut dépendre de la profondeur d'immersion et de la température ambiante. A cause de ces restrictions, les thermomètres à liquide ont peu d'applications dans le monitorage du rendement d'un système à énergie solaire sauf comme indicateurs généraux.

L'usage d'un même thermomètre pour l'évaluation de plusieurs points de mesure procurera des lectures comparatives plus significatives que l'usage de plusieurs thermomètres séparés, différents ou non étalonnés.

b) mécaniques (à cadran)

Les thermomètres mécaniques sont largement employés dans le commerce parce qu'ils sont très durables et portatifs. Ils fonctionnent généralement à partir du principe des coefficients de dilatation différents de métaux dissemblables, ce qui permet la courbure ou la déformation d'un élément bimétallique. Dans la forme la plus simple, deux métaux ayant des coefficients de dilatation différents sont soudés, fixés à une extrémité et attachés à une aiguille indicatrice à l'autre extrémité. Les thermomètres bimétalliques ont généralement un temps de réaction plutôt court et permettent une lecture facile sur leur cadran. Par contre, leur précision varie de plus ou moins 2°C et la

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

b) mécaniques (à cadran) (suite)

non répétabilité des lectures due au jeu de la tringlerie et au vieillissement du bimétal réduit leur utilité pour le monitorage d'un système à énergie solaire. Comme pour le thermomètre à contenu liquide, il est préférable d'utiliser un même thermomètre mécanique au lieu de plusieurs pour établir des comparaisons valables.

c) thermocouple

On emploie les détecteurs à thermocouple dans plusieurs systèmes de mesure des températures. Ils existent sous plusieurs formes physiques, sont peu coûteux et durables, en plus de posséder une plage de température souvent étendue.

Les détecteurs à thermocouple mesurent les variations de tension produites lorsqu'une jonction de métaux ou d'alliages dissemblables est soumise à la chaleur. Cette tension augmente avec la température mais d'une façon non linéaire. Les variations de tension sont extrêmement petites, soit de l'ordre de quelques dixièmes de millivolt par degré Celsius. Aussi faut-il avoir recours à des instruments électroniques particuliers en plus de points de référence stables afin d'obtenir des indications thermométriques utilisables de la part de ces détecteurs thermoélectriques.

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

c) thermocouple (suite)

De plus, on doit employer des techniques spéciales de câblage lors du branchement de détecteurs à distance afin de s'assurer que des jonctions ou des tensions non voulues ne sont pas introduites. Bien qu'on puisse obtenir une précision de plus ou moins 1°C ou mieux à partir d'un système à thermocouples bien monté, la faiblesse de ses signaux, son manque de stabilité et les exigences de techniques de câblage difficiles en font un système plus approprié à la plage de température très étendue des applications industrielles qu'à celle, plus restreinte, d'un système è énergie solaire.

d) thermistor

Les détecteurs à thermistance, ou thermistors, sont largement employés pour la mesure des températures et la régulation des systèmes à cause de leur rapidité, leur rendement relativement élevé, leur disponibilité et leur coût modique. Tous les thermistors ont une composition de résistance dont la résistance électrique diminue avec l'augmentation de température.

Le phénomène est non linéaire, souvent logarythmique, et il exige que chaque type de détecteur soit assorti à un mécanisme de lecture et de réglage spécifiquement adapté. Le détecteur requiert de l'énergie pour fonctionner et sa propriété thermogène peut devenir problématique.

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

d) thermistor (suite)

On a obtenu des résultats satisfaisants en utilisant des thermistors à deux fils avec des systèmes de chauffage solaire d'eau domestique. Afin d'obtenir une lecture thermométrique précise (plus ou moins 1°C), il faut incorporer des caractéristiques destinées à compenser la longueur et la température du fil conducteur à l'aide de conducteurs à 3 ou 4 fils à chaque point de détection.

On ne recommande pas l'usage des thermistors pour le monitorage à points multiples du rendement d'un système à énergie solaire, à cause du manque de standardisation dans la fabrication de ces détecteurs.

e) à semi-conducteurs

D'introduction récente dans le domaine de la thermométrie, les détecteurs à circuits intégrés, comme le LM-334, ont reçu rapidement de nombreuses applications de réglage et de monitorage. Le fonctionnement interne exact de ces appareils est plutôt complexe, mais on peut dire que la plupart sont conçus pour produire un courant ou une tension qui augmente avec la température du détecteur, tout en ayant une sensibilité réduite aux tensions d'alimentation, à la longueur des fils, etc.

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

e) à semi-conducteurs (suite)

Plusieurs fabricants se sont entendus pour produire des semi-conducteurs ayant une tension de sortie approximative de 1 mV par kelvin. Ainsi, à 0°C (273,16 K), la tension de sortie est de 2,732 V et à 100°C (373,16 K), elle est de 3,732 V. Ces dispositifs présentent une bonne linéarité, donnent une tension de sortie élevée et sont relativement peu coûteux.

Les détecteurs à semi-conducteurs requièrent une source d'énergie; ils sont thermogènes et d'une réaction relativement lente. La précision habituelle de ces dispositifs est de plus ou moins 1°C.

Actuellement, on ne recommande pas le détecteur à circuits intégrés pour le monitorage des températures d'un système d'eau chaude domestique à énergie solaire, parce qu'il n'existe encore aucune norme pour l'étalonnage, la stabilité et la précision de ces instruments. Cette situation devrait changer bientôt et l'usage des détecteurs à circuits intégrés devrait se répandre plus largement.

f) DTR de platine

Accepté comme le détecteur de températures standard depuis plusieurs années, le détecteur de température à résistance de platine de distingue par une résistance qui croît avec la température. C'est une propriété

1. Indicateurs de température (suite)

Principaux types de détecteurs de température (suite)

f) DTR de platine (suite)

caractéristique de la plupart des métaux purs; le platine est choisi pour sa stabilité exceptionnelle à long terme et pour sa tolérance aux températures élevées.

Parmi les cinq principaux types de détecteurs de température: à contenu liquide, à élément bimétallique, à thermocouple, à semi-conducteurs et à résistance, le dernier, et surtout sa version au platine, possède la meilleure combinaison de précision initiale, de linéarité, de stabilité et de standardisation industrielle.

L'utilisation de valeurs standardisées de l'élément à résistance est d'un grand avantage car elle permet d'interchanger les détecteurs et les instruments de mesure. Présentement, l'étalon alpha = 0,0385/ohm/°C DIN 43760 est le plus employé. Il n'est pas trop difficile, à partir de composants qu'on trouve sur le marché des détecteurs de température à résistance (fils, commutateurs et indicateurs numériques), d'atteindre une précision d'ensemble de l'installation de plus ou moins 0,5°C.

Il est important de veiller à ce que le choix et l'installation d'un tel équipment se fasse avec soin. Il faut, en effet, compenser les variations de longueur et de température de fil conducteur, habituellement en ayant recours à des détecteurs à 3 ou 4 fils, et voir à ce que les jonctions et le câblage soient faits selon les indications du fabricant.

1. Indicateurs de température (suite)

Lorsque la précision des mesures de température est moins critique, comme dans le cas d'un réservoir de stockage à énergie solaire ou de l'alimentation d'eau froide, on peut faire appel aux mêmes instruments électroniques en utilisant des détecteurs de température à resistance moins précis mais moins coûteux.

Il est recommandé d'installer tous les détecteurs de température dans des puits à thermomètre en acier inoxydable situés aux raccords en T des circuits du système solaire. Cette précaution permet d'effectuer les opérations de réparation, de remplacement et d'étalonnage sans perte de caloporteur du système. Il est aussi recommandé d'installer des détecteurs dans les puits avec un composé de silicone conducteur de chaleur afin d'assurer la précision des lectures.

2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs

Des dispositions doivent être prises à chaque groupe individuel de capteurs afin de permettre que des mesures de la température de retour des capteurs soient prises. Au cours de la mise en service du système, ces dispositions permettront de faciliter l'équilibrage de l'eau dans le but d'assurer un écoulement uniforme à travers les capteurs. L'équilibrage doit être fait pendant une journée ensoleillée et alors que le système fonctionne. Idéalement, chaque groupe de capteurs doit indiquer le même différentiel de température entre l'alimentation et le retour, une fois que le système est équilibré. Durant le fonctionnement, on doit effectuer

2. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs (suite)

des vérifications périodiques afin de s'assurer que l'écoulement est toujours uniforme. Par conséquent, il est recommandé d'installer un puits de thermomètre, pouvant permettre l'insertion d'une sonde électronique portative, à la sortie de chaque groupe de capteurs.

Comme solution de rechange, on peut installer des régulateurs de débit dans chaque embranchement du circuit d'alimentation des groupes de capteurs. Ils assurent qu'une quantité égale d'eau circule à travers chaque groupe de capteurs. Pour une telle installation, on doit ajouter la chute de pression à travers la soupape d'équilibrage de débit à la hauteur de refoulement de la pompe lorsqu'on choisit, au début, la pompe du circuit primaire.

3. Avertisseurs de haute température

Il existe plusieurs raisons pour lesquelles le circuit primaire peut atteindre des températures anormalement élevées:

1. Un captage excessif de chaleur solaire par rapport à la demande en eau domestique.
2. La pompe du circuit secondaire qui ne fonctionne pas en accord avec celle du circuit primaire; par conséquent, la chaleur solaire captée ne peut être transférée au circuit secondaire ou à l'eau domestique.

3. Avertisseurs de haute température (suite)

3. Un blocage ou un écrasement excessif des tubes de l'échangeur de chaleur.

Un détecteur de haute température installé dans le réservoir de vidange doit arrêter la pompe du circuit primaire lorsqu'il détecte des températures supérieures à 90°C. Un signal sonore doit indiquer que la température est trop élevée.

4. Manomètres

a) Pompe du circuit primaire

Un manomètre doit être installé entre les vannes d'inversion de cycle à la sortie de la pompe du circuit primaire. Il doit pouvoir mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement de la pompe.

Dans les cas où le circuit primaire est ouvert à l'atmosphère, le manomètre indiquera entre 10 et 20 kPa lorsque la pompe ne fonctionne pas (cette pression est équivalente à la colonne d'eau mesurée verticalement entre le manomètre et le niveau d'eau dans le réservoir).

Lorsque l'installation est en boucle "semi-fermée" (comme le montre le schéma du système), le manomètre indiquera n'importe quelle pression entre 10 kPa et le réglage de pression de la soupape de décharge, selon la température de caloporteur. Lors de la mise en marche, quand la canalisation du capteur se

4. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire (suite)

remplit d'eau, la pression de refoulement augmentera graduellement jusqu'à ce qu'elle dépasse la hauteur d'élévation du système et le différentiel de pression fixé par les robinets de réglage. Dès que le système aura commencé à retourner l'eau dans le réservoir de vidange, la pression de refoulement diminuera sous l'effet de l'action de siphon, selon la conception du système de retour des capteurs. La pression de refoulement se stabilisera au cours du fonctionnement et représentera une combinaison de la pression statique et de la pression dynamique.

5. Interrupteur à débit du circuit primaire

Lorsque la pompe du circuit primaire fonctionne, il doit y avoir écoulement dans la boucle primaire. Si, pour quelque raison que ce soit, la pompe ne peut fournir la pression de refoulement nécessaire pour maintenir la circulation, le système à énergie solaire devient totalement inefficace.

Il est recommandé d'installer dans le circuit primaire un interrupteur à débit, relié au panneau indicateur de l'état du système et qui indique s'il y a pas d'écoulement. L'avertisseur doit être câblé de façon à ne fonctionner que lorsqu'il n'y a pas d'écoulement et que la pompe du circuit primaire est en marche.

6. Avertisseur de bas niveau d'eau

Le niveau peut être bas à cause:

- de l'évaporation naturelle du fluide de circuit primaire;
- d'une fuite dans la tuyauterie du circuit ou dans les capteurs;
- de la contamination mutuelle des circuits primaire et secondaire.

Un bas niveau d'eau peut causer la cavitation de la pompe du circuit primaire et la faire surchauffer, ce qui entraîne un fonctionnement inefficace et des risques de dommage matériel.

Il est recommandé d'installer dans le réservoir de vidange une sonde de bas niveau d'eau, câblée de façon à déclencher un avertisseur sonore lorsque le niveau d'eau du réservoir de vidange est trop bas.

7. Avertisseur de haut niveau d'eau

Le niveau d'eau peut être haut à cause:

- d'un remplissage excessif du circuit primaire;
- de la contamination mutuelle des circuits primaire et secondaire.

Un haut niveau d'eau peut entraîner la diminution de la ventilation des canalisations de vidange et des capteurs. Il peut en résulter que l'eau résiduelle reste dans la boucle primaire quand les pompes sont arrêtées, ce qui rend le système inefficace et peut entraîner le gel des capteurs et des canalisations par temps froids.

7. Avertisseur de haut niveau d'eau (suite)

Une sonde de haut niveau d'eau doit être installée dans le réservoir de vidange; elle doit produire des signaux sonore et visuel lorsqu'elle détecte des niveaux d'eau trop élevés.

On doit prendre des mesures pour empêcher les déclenchements inutiles de l'avertisseur et pour protéger la sonde détectrice de haut niveau contre les dommages, lors de la conception de l'entrée reliant le capteur et la canalisation de retour au réservoir de vidange.

8. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit secondaire

Un chronographe indiquant le temps de fonctionnement accumulé de la pompe du circuit secondaire fournira à l'opérateur une indication acceptable du rendement du système à énergie solaire.

La pompe du circuit secondaire doit être reliée à l'interrupteur à débit installé dans le circuit primaire. Chaque fois qu'il y aura écoulement dans le circuit primaire, la pompe du circuit secondaire fonctionnera.

En observant régulièrement le temps de fonctionnement accumulé, on peut détecter les problèmes de fonctionnement du système de commande et, en particulier, un fonctionnement continu anormal qui entraîne un gaspillage d'énergie.

9. Compteur de cycles

Le compteur de cycles est un dispositif électromécanique qui indique le nombre de cycles marche-arrêt de la pompe de la boucle primaire. Ce dispositif relativement peu coûteux est très utile pour établir les réglages initiaux du différentiel de température qui mettent en marche et arrêtent les pompes de circulation. De plus, on peut utiliser le compteur de cycles pour détecter les cycles anormaux ou irréguliers dus à des connexions intermittentes.

10. Protection contre le gel

On doit munir le circuit primaire d'un système de protection automatique contre le gel. Le thermostat de protection contre le gel doit être installé dans la canalisation de retour du capteur et être câblé de façon à arrêter la pompe du circuit primaire s'il détecte des températures inférieures à 5°C. L'arrêt doit se produire même si la minuterie est toujours en marche. Le panneau indicateur de l'état du système doit comprendre un avertisseur de basse température.

3. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez de renseignements à l'opérateur pour qu'il puisse effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des

3. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel (suite)

analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité et du rendement du système considéré.

Le calendrier d'entretien liste pour chacun des éléments du système les opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tenir compte des particularités du système visé.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut faciliter la localisation des problèmes de fonctionnement. La section "Lignes directrices pour l'opérateur" explique le fonctionnement de chacun des éléments de commande et de monitorage en tenant compte des concepts présentés dans le guide. Elle a pour objet d'aider l'opérateur à bien régler et contrôler le système, à localiser les défectuosités éventuelles et à apporter les correctifs appropriés.

## LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

### SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU A VIDANGE TEMPORAIRE

PROJET: FABRICANT DU SYSTÈME:

OPÉRATEUR: MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Condition de temp. (en cocher une) A | B | C | Temp. extér. approx. (°C) | Syst. en circ. oui ou non | Pompe en marche PRIM | Pompe en marche SEC | Températures (°C) Échangeur de chaleur Primaire ENT. T-1 | Primaire SORT. T-2 | Secondaire ENT. T-3 | Secondaire SORT. T-4 | Réservoir de stockage Solaire T-5 | Réservoir de stockage D'appoint T-6 | Alimentation en eau Chaude T-7 | Alimentation en eau Froide T-8 | Pres. du syst. (kPa) circ. prim. | Temps écoulé (heures et dixièmes d'heure) | Nombre de cycles mesurés par le compteur | Avertisseurs de système: De haute limite oui ou non | De basse limite oui ou non | Niveau de liquide H | Niveau de liquide B | Absence d'écoulement oui ou non | Vase à trop-plein (sec/mouillé): Boucle fermée | Réserve solaire de stock. | oui ou non: Eau ajoutée | Fuites visibles oui ou non |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A: Ensoleillé
B: Partiellement ensoleillé
C: Nuageux, sans soleil

SR78/B

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| Système complet | Liste de points de vérification | x | x | x | | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| **CAPTEURS:** | | | | | | | |
| Panneaux | Examiner les panneaux, vérifier s'il y a bris, surchauffe ou fuite. | | | x | | | Le faire les jours ensoleillés pendant que la pompe fonctionne. |
| | Enlever la neige. | | x | | | | Seulement pendant les mois d'hiver. |
| Vitrage | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Plus souvent si la saleté s'accumule. |
| Évents | Vérifier et dégager les trous d'aération. | | | | | x | Le faire aussi lorsqu'il y a condensation pendant une période prolongée. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher les marques de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |
| | Mesurer la durée de vidange temporaire. | | | | x | | Il est particulièrement important de le faire avant l'hiver. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| CAPTEURS: (suite) | | | | | | | |
| Tuyauterie (suite) | Vérifier si l'écoulement est équilibré dans chaque groupe de capteurs. La marche à suivre pour l'équilibrage est expliquée en détail dans les documents relatifs à la mise en marche et au monitorage du Bureau des programmes solaires. | | | | | x | A l'aide d'un thermomètre électrique étalonné, on peut mesurer la température à l'entrée ou à la sortie de chaque groupe. Il faut le faire un jour ensoleillé, vers midi, pendant que le système fonctionne. |
| | Examiner les manchons et l'isolant. Réparer les manchons à l'épreuve des intempéries s'il le faut. Remplacer l'isolant en fibre de verre s'il est mouillé. Vérifier si les manchons en plastique sont détériorés par les ultraviolets. | | | | | x | |
| | Examiner les tuyauteries de raccordement, les raccords flexibles entre les panneaux et les pénétrations dans le toit. | | | | | x | Utiliser la soudure 95-5 pour les tuyaux de cuivre. |
| Modules de commande | Examiner le câblage, les raccords et le montage des détecteurs. | | | | x | | |
| RÉSERVOIR DE VIDANGE TEMPORAIRE | Vérifier les niveaux d'eau. Remplir d'eau traitée adoucie. | | | x | | | Le faire aussi au déclenchement d'un avertisseur. |
| | Nettoyer, détartrer, enlever les sédiments et rincer. | | | | | x | Ne pas oublier les sondes. |
| | Examiner l'isolation du réservoir. | | | | x | | |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIR DE VIDANGE TEMPORAIRE (suite) | | | | | | | |
| Détecteurs de niveaux | Vérifier et nettoyer les détecteurs. Les faire fonctionner manuellement. | | | | | x | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température et les tours-minute. | | | | | x | |
| Contacteurs et commutateurs | Examiner les connexions et en vérifier la solidité. Vérifier s'il y a du piquage. Remplacer les contacts. | | | | | x | |
| Roulements | Vérifier s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | x | | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de carbone ou de céramique, les joints toriques et les joints plans fuient, sont usés, ou font du bruit. | | | x | | | Suivre les recommandations du fabricant. Les remplacer s'ils fuient. |
| Raccords | Examiner le jeu. Resserrer s'il le faut. | | | x | | | |
| Montage et alignement | Vérifier. Rectifier s'il le faut. | | | | | x | |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression engendrée. | | | | x | | |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ÉCHANGEUR DE CHALEUR | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | x | | | |
| | Suivre les recommandations du fabricant pour le nettoyage et l'inspection de l'appareil. Réparer si la chute de pression est supérieure de 20 p. 100 à la valeur initiale. | | | | | x | Échangeurs à calandre: Passer un écouvillon dans les tubes des échangeurs à tête mobile. Pour les types à faisceau, utiliser un solvant chimique et rincer. Démonter les échangeurs à plaques et les nettoyer à l'aide d'une brosse en fibre; employer une solution de détergent ou de carbonate de sodium anhydre. |
| | Remplacer les garnitures. | | | | | | Au besoin. |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE | Examiner l'isolation des réservoirs. | | | | | x | |
| | Vérifier s'il y a des fissures, des déformations ou des traces de fusion sur les revêtements. Ces derniers doivent être identifiés et étiquetés. | | | | | | Suivre les recommandations du fabricant pour les réparations. |
| | Les revêtements de réservoir typiques comprennent le ciment directement appliqué (on dit parfois que ces réservoirs sont "garnis de pierre"), le ciment appliqué sur treillis soudé, les enduits d'aluminate de calcium (par ex. "Alcrete") les parois de cuivre ajustées, les finis époxydes et les feuilles de plastique vinylique rapportées. | | | | | | Les tolérances de température maximales et les exigences relatives à l'entretien, et à la réparation varient énormément d'un réservoir à l'autre. Cependant, des nettoyages et rinçages fréquents sont bénéfiques pour tous les modèles. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | | | | | | | |
| | Vérifier l'état des anodes de magnésium et des autres dispositifs de protection contre le corrosion. | | | | | x | S'il y en a. |
| Revêtement de ciment | Vidanger, ouvrir le trou d'homme et examiner le revêtement avec attention. Colmater en suivant les recommandations du fabricant concernant la matière et la méthode à utiliser. Enlever les débris, rincer, remplacer la garniture s'il le faut, puis remplir. | | | | | x | Les mois d'hiver, un jour nuageux de préférence.<br><br>Fournir la ventilation et l'éclairage appropriés. |
| Revêtement de verre | Examiner le revêtement. Réparer ou remplacer en suivant les recommandations du fabricants. | | | | | x | Procéder seulement si le réservoir est bloqué ou si la corrosion dont on voit la trace dans l'eau, provient du réservoir. |
| Revêtement de plastique (vinylique ou époxyde) | Vérifier s'il y a détérioration, fuite ou décoloration. Vidanger, enlever les débris et rincer. Réparer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | L'eau ne devrait pas pénétrer derrière ces revêtements. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si c'est possible. | | | | | x | Les instruments montés sur les puits sont accessibles de l'extérieur. |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Examiner le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer selon les besoins. |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les presse-étoupe et les joints étanches. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapes devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si c'est possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |
| Tamis | Les ouvrir, enlever le panier, nettoyer et rincer. | | | x | | x | Le faire plus souvent si la chute de pression est importante. Le faire aussi pendant le démarrage. |
| Filtres à eau | Surveiller la chute de pression. | | | x | | | Remplacer le support ou la cartouche, selon les besoins. |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Faire fonctionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage. | | | | | x | Remplacer le vase à trop-plein sous le tuyau de sortie (s'il y en a un). |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITÉ

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Évents | Pour les évents à entretien, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | Beaucoup de systèmes à vidange temporaire ne comprennent pas d'évents. |
| Liquides | Vérifier le niveau, ajouter de l'eau adoucie filtrée. | | | x | | | Suivre les recommandations du fabricant. Les pertes dues à l'évaporation devraient normalement être légères. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | |
| | Effectuer les analyses et traitements chimiques recommandés pour le système solaire en question, en tenant compte de l'état de l'eau locale. | | x | | | | Ou en suivant les directives de la compagnie qui assure le traitement de l'eau. Selon la qualité de l'eau et le comportement du système, il pourrait être nécessaire de remplacer entièrement les liquides après quelques années. |

CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTEMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE | | | | | | | |
| Commande à différentiel | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indications du système affichées. S'assurer du bon fonctionnement des pompes selon chaque réglage. | | | x | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rallumer pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande pour les positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages électroniques ou numériques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains thermiques pour la vérification des points de consigne. |
| Panneau indicateur de l'état du système | Faire fonctionner et remettre à l'état initial tous les circuits des avertisseurs et des indicateurs du système (haut niveau d'eau, bas niveau d'eau, haute température, basse température, etc.). | | | | x | | |
| | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTEMES A VIDANGE TEMPORAIRE DE MOYENNE A FORTE CAPACITE

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| Panneau d'affichage des température | Noter les températures à tous les points de détection et vérifier leur justesse (à la sortie du capteur-T, à l'entrée du capteur T, etc.). | | x | | | | Les pompes doivent avoir fonctionné pendant plusieurs minutes avant que l'on procède aux lectures. |
| | Retirer les détecteurs des puits et vérifier l'étalonnage d'installation au point de congélation et au point d'ébullition de l'eau. | | | | | x | If faut le faire au moins une fois pendant la durée de vie d'un système, et plus souvent si les détecteurs employés ne sont pas à DTR de platine. |
| Câblage (d'alimentation) | Vérifier si l'isolation présente des signes de retrécissement ou de fragilité dans le voisinage des commandes, des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils ou les conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer une surchauffe du câblage; vérifier. |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis des bornes. | | | | | x | |
| | | | | | | | |

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| **POMPE:** Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée, fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- N'a pas été mise en marche par la commande.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problème au niveau du système de commande. | - Pas de captage d'énergie solaire. | - Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures.<br>- Avertisseur d'absence d'écoulement (interrupteur à débit). |
| **POMPE:** Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Commande réglée à ouverture manuelle.<br>- Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problèmes au niveau du système de commande. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie du circuit primaire. | - Avertisseur de basse température.<br>- Thermostat de protection contre le gel pour arrêter la pompe.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |
| **COMMANDE:**<br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non reglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.<br>- Câblage défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux.<br>- Interrupteurs défectueux. | - Inefficacité.<br>- Formation de vapeur dans les capteurs.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie exposée. | - Avertisseur de haute température et fermeture de la pompe.<br>- Avertisseur de basse température et fermeture de la pompe.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE AUTOMATIQUE |
|---|---|---|---|
| PAS DE CIRCULATION:<br><br>Pompe en marche. | - Mauvaise ventilation.<br>- Bas niveau d'eau dans le réservoir.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu.)<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Formation de poches dans la pompe.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur d'absence d'écoulement (interrupteur à débit).<br>- Observation des températures.<br>- Obervation des manomètres.<br>- Avertisseur de bas niveau d'eau. |
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE | - Joint de soudure incorrect.<br>- Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion. | - Perte de fluide dans le circuit primaire.<br>- Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de bas niveau d'eau.<br>- Avertisseur de haute température.<br>- Observation des manomètres.<br>- Observation des températures. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT PRIMAIRE | - Mauvaise ventilation.<br>- Pentes incorrectes des tuyaux et des groupes de capteurs.<br>- Commande, détecteurs, raccordement et câblage défectueux. | - Pas d'écoulement.<br>- Bris dans la tuyauterie.<br>- Perte de caloporteur. | - Un thermostat de protection contre le gel doit arrêter la pompe et l'avertisseur. |
| CONTAMINATION MUTUELLE:<br><br>(système avec échangeur de chaleur direct) | - Fuite dans l'échangeur de chaleur. | - Du fluide du circuit primaire est passé dans le circuit d'eau domestique.<br>- De l'eau domestique est passée dans le circuit primaire entraînant des problèmes de ventilation et des risques de gel dans la boucle primaire. | - Avertisseur de bas niveau d'eau.<br>- Avertisseur du tube de verre indicateur du réservoir de vidange.<br>- Avertisseur de haute niveau d'eau. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE AUTOMATIQUE |
|---|---|---|---|
| VENTILATION, VIDANGE | - Pentes incorrectes.<br>- Déformation d'un tuyau.<br>- Remplissage excessif du réservoir de vidange.<br>- Obstruction ou rétrécissement d'un tuyau.<br>- Gel partiel. | - Inefficacité.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie. | - L'observation du cycle de remplissage et de vidange à travers un tube de verre est une solution partielle; la préoccupation principale demeure la conception adéquate des pentes et du système de ventilation. |

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 1. PÉRIODES ENSOLEILLÉES OU PARTIELLEMENT ENSOLEILLÉES

Le système à énergie solaire doit avoir des cycles de fonctionnement.

### 2. PÉRIODES NUAGEUSES OU SANS SOLEIL

Le système à énergie solaire aura des cycles de fonctionnement seulement si la température extérieure ambiante est suffisamment plus élevée que celle de l'eau qui entre dans le circuit ou que celle de l'eau au fond du réservoir solaire de stockage.

### 3. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Si le système ne fonctionne pas selon la description pour les conditions météorologiques ci-dessus, vérifier le disjoncteur principal et les disjoncteurs divisionnaires.

### 4. POMPES

#### 1. Pompe du circuit primaire

La pompe du circuit primaire est mise en marche et arrêtée par la commande à différentiel de température. Les cycles doivent correspondre à ceux qui sont décrits aux paragraphes 1 et 2. SINON, vérifier:

- les connexions d'alimentation électrique, le relais du démarreur et le câblage
- les réglages de la commande à différentiel
- les connexions au détecteur et le circuit
- la commande

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

4. POMPES (suite)

1. Pompe du circuit primaire (suite)

- l'arrêt de haute limite
- la protection contre le gel de basse limite

2. Pompe du circuit secondaire

Cette pompe doit toujours fonctionner quand la pompe du circuit secondaire est en marche, et quand il y a écoulement dans le circuit primaire.

Sinon, vérifier:

- si tous les appareils de robinetterie de circuit primaire sont ouverts;
- l'interrupteur à débit et le câblage de commmande;
- le démarreur et le moteur de la pompe de circuit secondaire et le câblage d'alimentation du relais;
- l'écoulement dans le circuit primaire. S'il n'y a pas d'écoulement, vérifier le moteur, l'accouplement et la turbine de la pompe;
- si l'échangeur de chaleur ou les tuyaux du circuit primaire ne sont pas obstrués.

5. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

- Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures pendant lesquelles le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

5. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ) (suite)

a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
b) le nombre d'heures d'ensoleillement
c) la période de l'année
d) la température extérieure

Le système peut fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

- Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;

b) si le point de consigne de congélation est correct;

c) si le système est fermé à cause du gel;

d) si le système est fermé à cause d'une haute limite.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 6. COMPTEUR DE CYCLE

Cet instrument est utile pour détecter le cyclage excessif ou l'absence de cyclage des pompes.

Le cyclage excessif peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop rapprochés;
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système;
- qu'il y a des connexions intermittentes;
- un débit fixé à une valeur trop élevée.

Une absence de cyclage ou un cyclage trop peu fréquent peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop larges;
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système;
- que des détecteurs de température sont ouverts ou court-circuités;
- un débit retenu.

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS

Se reporter au schéma "Vidange temporaire" à la page 9.

- La température à T-1 doit toujours être plus élevée que celle à T-2.
- Le différentiel de température ne doit pas dépasser 5°C à 8°C lors d'un ensoleillement maximal. Si le différentiel

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

de température est plus élevé et que la boucle fonctionne à débit réduit, vérifier:

- si des appareils de robinetterie sont partiellement fermés;
- si les filtres sont sales;
- s'il y a des obstructions;
- s'il y a des bouchons d'air;
- s'il y a des problèmes au niveau de la pompe.

- Il doit toujours y avoir un petit différentiel de température lorsque la pompe fonctionne pendant les périodes ensoleillées. Dans le cas contraire, vérifier:

  - si des appareils de robinetterie de la boucle des capteurs sont fermés;
  - si l'écoulement est empêché pour quelque raison que ce soit;
  - si les capteurs sont recouverts de neige;
  - si la turbine de la pompe est désengagée;
  - si la boucle des capteurs est gelée.

Les niveaux de température à T-1 et à T-2 varieront entre 5°C et 95°C. Des niveaux élevés de température indiquent qu'il y a une grande quantité d'eau chauffée par énergie solaire. S'il n'y a pas de consommation d'eau domestique, il peut en résulter un trop grand captage d'énergie solaire, ce qui peut entraîner des augmentations excessives de pression

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

et de température dans la boucle et un écoulemnent subséquent du caloporteur par les soupapes de décharge des circuits primaire et secondaire.

Lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne, la température à T-4 doit toujours être plus élevée que la température à T-3. Dans le cas contraire, il est possible qu'il n'y ait pas d'écoulement dans le circuit secondaire, ou qu'il y ait un problème au niveau de la commande du système qui entraînerait un échange de chaleur inversé.

La température à T-4 doit toujours être inférieure à la température à T-1, tant que les pompes fonctionnent.

Les températures 1, 2, 3, 8, et peut-être la température 5 peuvent être près de la température de la pièce pendant les périodes où il n'y a pas d'écoulement dans les circuits.

T-5 indique la température de l'eau emmagasinée. Cette température varie habituellement entre 5°C (s'il y a une grande demande d'eau domestique sans captage d'énergie solaire) et 80°C (s'il n'y a qu'une faible demande ou aucune demande d'eau domestique et un captage maximal d'énergie solaire).

T-6 indique la température de l'eau emmagasinée dans le chauffe-eau d'appoint, réglée normalement entre 50°C et 60°C.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

T-7 indique la température de l'eau chaude domestique, maintenue normalement entre 45°C et 70°C.

T-8 indique la température de l'eau froide qui entre dans le système.

### 8. MANOMÈTRE DU CIRCUIT PRIMAIRE

Le manomètre indiquant la pression de refoulement de la pompe montrera une augmentation de la hauteur d'élévation à mesure que les canalisations d'alimentation des capteurs se rempliront d'eau. A la reprise de la circulation normale, le pression de refoulement diminuera à mesure que les canalisations de retour des capteurs se rempliront d'eau et une action de siphon se produira.

La pression d'aspiration, dans les systèmes ouverts à l'atmosphère, sera près de 0 kPa quand la pompe fonctionne. Quand la pompe est arrêtée, le manomètre indiquera la pression de la hauteur d'élévation (équivalente à la colonne d'eau entre le réservoir de vidange et le manomètre).

Dans les installations en boucle "semi-fermée", les pressions d'aspiration et de refoulement sont augmentées de la valeur de la mise sous pression en un temps donné.

### 9. MANOMÈTRE DU CIRCUIT SECONDAIRE

La pression indiquée par le manomètre sur la pompe du circuit secondaire varie avec les fluctuations de la

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

9. MANOMÈTRE DU CIRCUIT SECONDAIRE (suite)

pression de l'eau de la municipalité. On utilise ce manomètre pour surveiller le rendement de la pompe.

10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE FROID

Cet instrument doit être réglé à 5°C; il protège le circuit primaire des dommages causés par le gel, arrête la pompe du circuit primaire et déclenche une alarme.

11. THERMOSTAT LIMITEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE

Le thermostat limiteur de haute température doit être réglé de façon à déclencher un signal d'alarme quand la température dépasse 90°C. Les températures peuvent être anormalement élevées à cause:

- d'un captage excessif de chaleur solaire par rapport à la consommation d'eau chaude domestique
- d'une absence d'écoulement dans le circuit secondaire
- d'un disjoncteur des pompes du circuit secondaire qui a sauté ou qui a été déclenché
- de soupapes N.O. du circuit secondaire qui sont en position fermée
- de problèmes au niveau de l'échangeur de chaleur.

12. BAS NIVEAU D'EAU

On doit ajouter de l'eau périodiquement pour compenser les pertes dues à l'évaporation.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 12. BAS NIVEAU D'EAU (suite)

Si le système arrête fréquemment de fonctionner parce que le niveau d'eau est trop bas, vérifier:

- s'il n'y a pas de fuites dans le circuit primaire;
- si le réglage du thermostat limiteur de haute température n'est pas trop élevé (il peut se former de la vapeur à l'intérieur des capteurs);
- s'il n'y a pas de contamination mutuelle, c'est-à-dire si l'eau contenue dans le circuit primaire ne s'infiltre pas dans le circuit secondaire par le convertisseur (ceci ne peut se produire que dans les installations en boucle semi-fermée).

### 13. HAUT NIVEAU D'EAU

Un niveau d'eau trop élevé dans le réservoir de vidange peut rendre inefficace le système de ventilation. Un haut niveau d'eau peut être causé par un remplissage excessif de la boucle primaire ou par l'infiltration de l'eau domestique dans le circuit primaire, se produisant à l'intérieur de l'échangeur de chaleur. Un avertisseur indique qu'un haut niveau d'eau est atteint. On doit alors prendre immédiatement les mesures qui s'imposent.

### 14. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS

L'étalonnage de tous les détecteurs de température, tels qu'ils sont installés dans le système, peut permettre à un opérateur de surveiller et d'entretenir un circuit d'eau chaude domestique à énergie solaire avec une efficacité, une précision et une assurance toujours croissantes. On peut

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

14. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS (suite)

effectuer l'étalonnage facilement, à l'aide de matériaux faciles à se procurer, au point de congélation de l'eau (0°C) et au point d'ébullition de l'eau (100°C), selon la pression atmosphérique:

On place de la glace concassée ou broyée dans un thermos à ouverture large qui contient de l'eau froide. On laisse le mélange se stabiliser. En autant que des quantités importantes de glace et d'eau sont présentes, la température du mélange atteint rapidement 0°C (à ± 0,1°C) et n'est que peu influencée par la température ambiante et par la pression atmosphérique. On retire les sondes de monitorage de la température de leurs puits, une à la fois, et on les place le thermos (près de leur emplacement d'origine) et, après une période de stabilisation, on peut lire la température sur l'indicateur central.

S'il est possible de faire le réglage au zéro, chaque canal de détecteur doit être réglé pour indiquer 0,0°C quand la sonde qui lui correspond est plongée dans le bain d'eau et de glace; dans le cas contraire, on doit noter et indiquer clairement l'erreur observée à 0°C (soit: T-1 est trop élevé de 0,3°C, T-2 est trop bas de 0,5°C, etc.).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

14. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS (suite)

On emploie la même méthode de base pour l'étalonnage au point d'ébullition, sauf qu'on utilise de l'eau qui bout fortement sur une plaque chauffante, et qu'on doit faire les corrections nécessaires relatives à la pression atmosphérique.

La pression "atmosphérique normale" est 101,3 kPa; le point d'ébullition de l'eau baisse d'environ 0,3°C pour chaque réduction de 1 kPa de pression. Si la pression en un lieu est de 100 kPa, on peut s'attendre à ce que l'eau bout à environ 99,6°C. On détermine donc le point d'ébullition "réel", puis on corrige l'erreur du détecteur ou on la prend en note, tel que requis.

## 4. Caractéristiques des instruments recommandés

### 1. Affichage de la température

#### 1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau:

| | |
|---|---|
| Plage: | de 0°C à 100°C |
| Résolution: | 0,1°C minimum |
| Précision: | 0,1% de l'échelle ± 1 chiffre (max. 0,2°C) à 20°C |
| Stabilité: | 100 ppm/°C |
| Type: | Détecteur de température à résistance standard en platine (DIN 43760), compensée par 3 ou 4 fils à résistance. |
| Temps d'échantillonnage: | 1 s maximum |
| Affichage: | Diode à 7 segments à émission lumineuse ou affichage lumineux à cristaux liquides, chiffres d'une hauteur minimale de 12 mm. |
| Recommandation: | L'affichage doit être protégé des dommages qui pourraient lui être causés:<br>- si le conducteur du DTR est ouvert<br>- si le conducteur du DTR est court-circuité<br>- si le DTR est court-circuité au conducteur c.a. |

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

1. Affichage de la température (suite)

1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau: (suite)

Fournisseurs:

Appareil de mesure de DTR modèle 199 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA.

Indicateur numérique 3½ modèle 410A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

Voyant de DTR modèle PDAW-48 de Enercorp, P.O. Box 20, Station U, Toronto, Ont.

Voyant de DTR ELS/analogique thermo-électrique, 12 Rutherford, South Brampton, Ont.

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau:

Le sélecteur doit avoir dix positions, une faible résistance (inférieure à 0,01 Ω); il doit être bipolaire ou tripolaire, à chevauchement avec bornes filetées et approprié au mesurage du DTR.

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau: (suite)

Fournisseurs: Sélecteur de DTR à contacts argent rotatif modèle OSW3-10 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA.

Sélecteur tripolaire, 10 entrées, à bouton poussoir modèle 409A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

Sélecteur rotatif à 10 positions, à contacts or de Enercorp., P.O. Box 20 Station U, Toronto, Ont.

3. Câblage:

Le câblage doit être fait avec 3 ou 4 fils (selon le détecteur) non blindés, avec enveloppe de PVC et conducteurs n° 22 AWG toronnés et étamés (n° 8443 de Belden ou l'équivalent). Le câblage doit aller du panneau de commande jusqu'à un endroit près de l'installation du détecteur, sans jonction; il doit ensuite passer par un conduit flexible et être relié à la boîte de jonction fixée sur le puits de thermomètre. Le raccordement aux fils du DTR doit être fait à l'aide d'une plaque à bornes filetées. Le câblage apparent doit passer par un conduit métallique.

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

3. Câblage: (suite)

Fournisseurs: Electro Sonic Inc.,
1100 Gordon Baker Rd.,
Willowdale, Ont.

Cesco Électronique Ltée,
4050, rue Jean-Talon Ouest,
Montréal (Québec)

4. Détecteurs de température:

Les détecteurs doivent être de type DTR en platine (DIN 43760), à éléments bobinés ou en couche mince montés dans une enveloppe rigide conductrice de chaleur, d'un diamètre maximal de 6,4 mm.

Précision minimale:

± 0,3°C a 0°C
± 0,6°C à 100°C

Fournisseurs: DRT en platine-100 modèle PR-12 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA

DTR en platine modèle RTS-30 Hycal, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

4. Détecteurs de température: (suite)

Fournisseurs: (suite)

DTR en platine-100 modèle Précision
de Enercorp, P.O. Box 20,
Station U, Toronto, Ont.

5. Montage du détecteur:

Les détecteurs DTR doivent être installés dans des puits en acier inoxydable sur les raccords en T, comme le montre le schéma du système. On doit utiliser un composé conducteur de chaleur au silicone pour assurer une bonne transmission de chaleur entre le caloporteur et l'élément. On doit fixer des boîtes de jonction ou des têtes métalliques aux puits de thermomètre afin de protéger le câblage et les jonctions de la boîte de connexion du détecteur. Ces boîtes doivent être conçues de façon à permettre l'accès aux détecteurs de température lors de l'entretien et du remplacement.

On doit utiliser un assemblage d'écrou et de presse-étoupe pour fixer le détecteur de température aux puits de thermomètre et pour réduire l'influence de la chaleur ambiante externe sur le détecteur.

Pour les puits de thermomètre installés sur des canalisations d'eau froide (T-3, T-4, T-5 et T-8 sur le schéma du système), on doit appliquer un composé d'étanchéité autour du point où les fils du détecteur traversent l'écrou de presse-étoupe, afin d'empêcher

4. Caractéristiques des instruments recommandés(suite)

5. Montage du détecteur: (suite)

qu'il se forme de la condensation dans le puits ainsi que les défaillances de l'élément qui pourraient en résulter.

6. Panneau indicateur de l'état du système

On doit fournir un panneau indicateur de l'état du système tel qu'illustré sur le schéma "Vidange temporaire". Le panneau doit avoir approximativement 250 mm de hauteur sur 300 mm de largeur, avec une surface en "Lamacoid" noire ou foncée avec inscriptions gravées d'une hauteur de 12 mm, munie de voyants lumineux verts indiquant le fonctionnement, de voyants lumineux rouges d'avertisseur et d'un dispositif de réenclenchement de l'avertisseur. Prévoir des découpures qui permettront l'encastrement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles.

7. Thermostat de protection contre le gel

Équivalent au "Penn" de la série AL9, unipolaire et à une direction, de 110 V, coupe le circuit lorsque la température chute. Plage réglable entre -15°C et 40°C et bouton de réenclenchement manuel. Assemblage de puits de bulbe et d'écrou de presse-étoupe, adaptateur N.P.T. de 12,5 mm et tige de 110 mm de longueur. Installé dans le puits de thermomètre dans la canalisation de retour du capteur et câblé pour arrêter la pompe du circuit primaire. Câblé également au panneau indicateur de l'état du système pour signaler une alarme.

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

8. Thermostat limiteur de haute température

Équivalent au "Penn" A19 ABC11, avec puits, plage de 38°C à 116°C, réglé à 90°C, muni d'un tube capillaire de détection et d'un puits, installé dans le réservoir à vidange temporaire. Relié par un relais à verrouillage pour arrêter la pompe primaire et signaler la haute température au panneau indicateur de l'état du système.

9. Avertisseur de bas niveau d'eau

Équivalent à l'interrupteur à flotteur de niveau de liquide "Penn" F63AC-1, câblé pour fermer le circuit lorsque le niveau de liquide descend sous le niveau minimal requis. Il doit être câblé pour indiquer, sur le panneau indicateur de l'état du système, que le niveau est trop bas.

10. Avertisseur de haut niveau d'eau

Équivalent à l'interrupteur à flotteur de niveau de liquide "Penn" F63AC-1, câblé pour fermer le circuit quand le niveau d'eau s'éleve au-dessus du niveau maximal acceptable. Il doit être câblé pour indiquer, sur le panneau indicateur de l'état du système, que le niveau est trop élevé.

11. Interrupteur à débit du circuit primaire

Équivalent au "Penn" F61KB-11, doit être installé dans le circuit primaire, câblé pour déclencher une alarme lorsqu'il n'y a pas d'écoulement et que la pompe

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

11. Interrupteur à débit du circuit primaire (suite)

fonctionne. Il doit aussi être câblé de façon à faire démarrer la pompe du circuit secondaire lorsqu'il y a écoulement.

12. Démarreurs de la pompe

Les démarreurs de pompe doivent être reliés aux voyants de fonctionnement du panneau indicateur.

13. Manomètres

Diamètre de face de 150 mm; boîtier en acier fini noir; muni d'une vis-robinet en laiton. La plage doit convenir aux paramètres de l'installation. Les manomètres doivent être équivalents au modèle "Trerice" ou au modèle "Winters". Ils doivent être munis de vannes d'inversion de cycle afin de mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement des pompes des circuits primaire et secondaire.

14. Vases à trop-plein

On doit installer en permanence des vases à trop-plein destinés à recevoir le caloporteur évacué par les soupapes de décharge pression-température des circuits d'eau primaire et secondaire. Capacité minimale: 10 L.

4. Caractéristiques des instruments recommandés (suite)

15. Chronographe (temps écoulé)

Chronographe électromécanique de 110 V, à compteur entraîné par moteur synchrone c.a. avec indication à 6 chiffres de l'heure et des dixièmes d'heure, sans remise à zéro. Approuvé par l'ACNOR. Équivalent au Bach Simpson #1357 ETIF.

16. Compteur de cycles

Électromécanique, 110 V, sans réenclenchement, affichage à 6 chiffres au minimum, approuvé par l'ACNOR. Équivalent au "Hecon" AO-040. Hauteur minimale des chiffres: 5 mm. Approuvé par l'ACNOR.

## 5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation

### 1. Affichage de la température

| | |
|---|---|
| Détecteurs avec boîte de jonction électrique (8): | 800,00 $ |
| Puits en acier inoxydable (8): | 120,00 $ |
| Affichage numérique de la température: | 550,00 $ |
| Sélecteur rotatif: | 200,00 $ |
| Panneau avec inscriptions gravées: | 250,00 $ |
| Matériaux pour le câblage: | 350,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour l'installation: 30 h à 25$/h: | 750,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 3,020,00 $ |

### 2. Panneau indicateur de l'état du système

| | |
|---|---|
| Thermostat de protection contre le gel et puits: | 72,00 $ |
| Thermostat limiteur de haute température et puits: | 72,00 $ |
| Deux sondes de niveau et puits: | 150,00 $ |
| Interrupteur à débit: | 60,00 $ |
| Chronographe (temps écoulé) | 40,00 $ |
| Compteur de cycles: | 20,00 $ |
| Panneau avec inscriptions gravées et voyants témoins: | 360,00 $ |
| Matériaux pour le câblage: | 345,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour l'installation: 20 h à 25$/h: | 500,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 1,619,00 $ |

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation (suite)

3. Divers

| | |
|---|---|
| Puits thermiques pour l'équilibrage des groupes de capteurs (10): | 100,00 $ |
| Manomètres avec vis-robinets et vannes d'inversion (2): | 90,00 $ |
| Vases à trop-plein (2) | 60,00 $ |
| Main-d'oeuvre pour l'installation: 18 h à 25$/h: | 450,00 $ |
| MATÉRIEL ET MAIN-D'OEUVRE: | 700,00 $ |
| COÛT TOTAL - POUR TOUS LES SYSTÈMES: | 5 339,00 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | 533,90 $ |
| | 5 872,90 $ |
| 10 p. cent de profit: | 587,29 $ |
| COÛT TOTAL DU SYSTÈME DE MONITORAGE OPÉRATIONNEL AVEC INSTALLATION: | 6 460,19 $ |

Les coûts en capital pour les systèmes minimaux ne comprennent que les instruments suivants:

| | |
|---|---|
| - 8 thermomètres - avec installation: | 640,00 $ |
| - Dispositif de protection contre le gel câblé de façon à arrêter la pompe: | 200,00 $ |
| - Manomètres - avec installation: | 200,00 $ |
| | 1 040,00 $ |
| 10 p. cent de frais généraux: | 104,00 $ |
| | 1 144,00 $ |
| 10 p. cent de profit: | 114,40 $ |
| COÛT TOTAL AVEC INSTALLATION - "Système minimal": | 1 258,40 $ |

5. Monitorage opérationnel - Coûts avec installation (suite)

3. Divers (suite)

| | | |
|---|---|---|
| Différence de coût entre le système de "monitorage opérationnel" et le système "minimal": | | 6 048,70 $ |
| | Moins: | 1 258,40 $ |
| | | 4 790,30 $ |

6. Pourcentage des coûts en capital de l'installation de monitorage opérationnel par rapport aux coûts totaux en capital du système à énergie solaire

Le tableau ci-dessous montre l'augmentation en pourcentage des coûts en capital due à l'incorporation du système de monitorage opérationnel proposé.

| Nombre de capteurs à 1,80 $/m$^2$ | Coût par mètre carré de capteur avec installation | Coût en capital du système à énergie solaire | Pourcentage du coût en capital du système de monitorage opérationnel par rapport au coût total |
|---|---|---|---|
| 60 | 800 $ | 86 400 $ | 5.3% |
| 80 | 790 $ | 113 760 $ | 4.1% |
| 100 | 780 $ | 140 400 $ | 3.3% |
| 120 | 770 $ | 166 320 $ | 2.8% |
| 140 | 760 $ | 191 520 $ | 2.5% |
| 160 | 750 $ | 216 000 $ | 2.2% |
| 180 | 740 $ | 239 760 $ | 2.0% |
| 200 | 730 $ | 262 800 $ | 1.8% |

Pour le tableau ci-dessus, on a supposé que les coûts des systèmes de monitorage opérationnel étaient constants. On doit s'attendre à de légères variantes, selon la configuration du système utilisé.

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

## ÉTAPE III - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

## TUBES SOUS VIDE

MARS 1984

# MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN

# ÉTAPE III - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE L'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE

# SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE

## TABLE DES MATIÈRES


PAGE

INTRODUCTION---------- 1
ORGANISATION DU MONITORAGE---------- 2
CONTEXTE---------- 3

(A) **SYSTÈME SOLARTECH ETC** 5

1. Capteur---------- 5

2. Paramètres d'exploitation---------- 6
   SCHÉMA DU CAPTEUR SOLARTECH---------- 7

3. Description du système---------- 8

4. Considération particulières 10
   1. Régulation du débit dans le circuit primaire----- 10
   2. Pureté de l'eau dans le circuit primaire--------- 11
   3. Vaporisation instantanée dans les tubes---------- 12
   4. L'inactivité des capteurs---------- 13
   5. Commande de la pompe---------- 13

5. SCHÉMA DE CHAUFFE-EAU A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH---- 15

6. Lignes directrices pour l'instrumentation: 16
   1. Indicateurs de température---------- 16
   2. Principaux types de détecteurs de température---- 18
   3. Installation des détecteurs---------- 18
   4. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs et vérifier le rendement de ces derniers---------- 18
   5. Avertisseur de haute température dans le réservoir de vidange temporaire---------- 19
   6. Avertisseur de haute température dans les capteurs---------- 20
   7. Minuterie de cycle minimal---------- 20
   8. Manomètres---------- 21
   9. Interrupteur à débit de circuit primaire--------- 22
   10. Avertisseur de bas niveau d'eau---------- 22
   11. Avertisseur de haut niveau d'eau---------- 23
   12. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit secondaire---------- 24
   13. Compteur de cycles---------- 25
   14. Protection contre le gel---------- 25

TABLE DES MATIÈRES (suite)


PAGE

7. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel---------- 26

LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION POUR L'OPÉRATEUR---------- 28

CALENDRIER D'ENTRETIEN---------- 29

TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT---------- 39

LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR---------- 42
1. Périodes ensoleillées ou partiellement ensoleillées---------- 42
2. Périodes nuageuses ou sans soleil---------- 42
3. Alimentation électrique---------- 42
4. Pompes---------- 42
5. Chronographe (temps écoulé)---------- 44
6. Compteur de cycles---------- 45
7. Températures des circuits---------- 45
8. Circuit primaire du manomètre---------- 48
9. Circuit secondaire du manomètre---------- 49
10. Thermostat de protection contre le gel---------- 49
11. Thermostat limiteur de haute température des capteurs---------- 49
12. Bas niveau d'eau---------- 50
13. Haut niveau d'eau---------- 50
14. Étalonnage des détecteurs---------- 51

(B) SYSTÈME SOL-PRO 53

1. Capteur---------- 53

2. Description du système---------- 55

3. SCHÉMA DU CAPTEUR SOL-PRO---------- 57
SCHÉMA DU CHAUFFE-EAU A TUBES SOUS VIDE SOL PRO------ 56
SCHÉMA DU CHAUFFE-EAU AUTONOME A BOUCLE FERMÉE SOL PRO---------- 58

4. Paramètres d'exploitation 59

5. Lignes directrices pour l'instrumentation 61
1. Indicateurs de température---------- 62
2. Installation des détecteurs---------- 64
3. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs---------- 64
4. Avertisseur de haute température---------- 65
5. Manomètres ---------- 66
6. Avertisseur de haute et basse pression---------- 71
7. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit primaire---------- 71

TABLE DES MATIÈRES (suite)


PAGE

8. Compteur de cycles---------- 72
9. Protection contre le gel---------- 72

6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel--- 75

LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION POUR L'OPÉRATEUR--------- 76

CALENDRIER D'ENTRETIEN---------- 77

TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT---------- 89

LIGNES DIRECTRICES POUR L'OPÉRATEUR---------- 94
1. Périodes ensoleillées ou partiellement ensoleillées---------- 94
2. Périodes nuageuses ou sans soleil---------- 94
3. Alimentation électrique---------- 94
4. Pompes---------- 94
5. Chronographe (temps écoulé)---------- 96
6. Compteur de cycles---------- 97
7. Températures des circuits---------- 97
8. Étalonnage des détecteurs---------- 100
9. Pressions du système---------- 102
10. Thermostat de protection contre le gel---------- 103
11. Thermostat limiteur de haute température des capteurs---------- 104
12. Caloporteur---------- 104

ANNEXE A

Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide (Moyenne à grande capacité)

ANNEXE B

Liquides pour chauffe-eau solaires

ANNEXE C

Références

Enhanced Image

## INTRODUCTION

Le but du monitorage opérationnel est de fournir des moyens de garantir:

- que le système de chauffage solaire fonctionne conformément à sa conception;
- que les problèmes de fonctionnement et les pannes sont détectés le plus rapidement possible;
- que des mesures soient prises avant que des dommages sérieux ne se produisent et que des réparations coûteuses ne s'avèrent nécessaires;
- que le système aura une longue durée de vie;
- que les coûts à long terme de fonctionnement et d'entretien sont réduits au minimum;
- que l'entretien s'effectue à intervalles réguliers et déterminés.

## ORGANISATION DU MONITORAGE

Lors de l'établissement des méthodes de monitorage pour les chauffe-eau à tubes sous vide, on doit prendre en considération ce qui suit:

- L'instrumentation fournie avec le système solaire doit être précise et fiable de façon à faciliter le monitorage du rendement pour la mise en service, le réglage adéquat, l'inspection régulière, la vérification du rendement et le dépannage.

- Le système doit être muni d'un avertisseur sonore ou de voyants pour indiquer un fonctionnement anormal.

- Un programme d'entretien périodique doit comprendre un calendrier des travaux d'entretien ainsi que des listes de points de vérification.

- Le monitorage de l'énergie doit pouvoir être intégré sans duplication inutile du matériel.

## MONITORAGE OPÉRATIONNEL ET ENTRETIEN
## ÉTAPE III - SYSTÈMES DE CHAUFFAGE D'EAU DOMESTIQUE ASSISTÉS PAR ÉNERGIE SOLAIRE
## TUBES SOUS VIDE

### CONTEXTE

Au cours de quatre dernières années, un certain nombre de systèmes utilisant des capteurs à tubes sous vide ont été installés au Canada.

Ces installations avaient pour but d'étudier le rendement et la fiabilité des capteurs à tubes sous vide pour le chauffage de l'eau domestique et de l'eau de traitement ainsi que le chauffage des habitations dans le climat canadien.

Au départ, la plupart des systèmes étaient des prototypes auxquels on a apporté progressivement diverses améliorations quant à la conception des capteurs, la tuyauterie et les commandes.

Voici les principaux avantages des capteurs à tubes sous vide par rapport aux capteurs plans:

- rendement supérieur en hiver;
- possibilité d'amener le fluide caloporteur à des températures plus élevées en vue d'intégrer les capteurs à un système de refroidissement par absorption ou de chauffage d'eau de traitement;
- capacité de capter la chaleur des rayons diffus;

**CONTEXTE** (suite)

- débits moins élevés, d'où utilisation possible d'une pompe de moindre puissance et de tuyaux de plus faible diamètre.

A l'heure actuelle, le programme AUES a approuvé les chauffe-eau autonomes et les chauffe-eau à grande capacité utilisant les capteurs suivants:

| Fabricant | Produit |
|---|---|
| Solartech Ltd.<br>21 Prince Andrew Place<br>Don Mills (Ont.) | SOLARTECH ETC |
| SOL-PRO Inc.<br>5368 13e avenue, Rosemont<br>Montréal (Québec) | SOL-PRO E-100 |

Ces deux produits doivent être étudiés séparement car ils présentent des différences importantes sur le plan de la conception des capteurs, des circuits et des commandes.

Le présent guide se divise donc comme suit:
PARTIE A: SYSTÈME SOLARTECH ETC
PARTIE B: SYSTÈME SOL-PRO E-100

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 1. Capteur

Le capteur Solartech ETC est un capteur à liquide et à vidange temporaire qui utilise des tubes sous vide Owens-Illinois. Les tubes, au nombre de huit, sont montés en parallèle et entrent par des douilles dans un collecteur d'entrée-sortie situé au bas du capteur. Derrière chacun des tubes se trouve un réflecteur parabolique cuspidal fait d'une mince feuille d'aluminium poli recouverte d'une pellicule de tedlar anti-oxydante.

Les tubes se composent de deux cylindres de verre concentriques, hermétiquement scellés, entre lesquels on a fait le vide. Le cylindre extérieur constitue la couverture et le cylindre intérieur l'absorbeur.

La surface de l'absorbeur exposée au vide est recouverte d'un enduit sélectif. Au centre de l'absorbeur se trouve un tube d'acier inoxydable qui sert de caloduc. Le liquide monte dans l'absorbeur, pénètre dans le caloduc par un orifice situé au sommet et redescend.

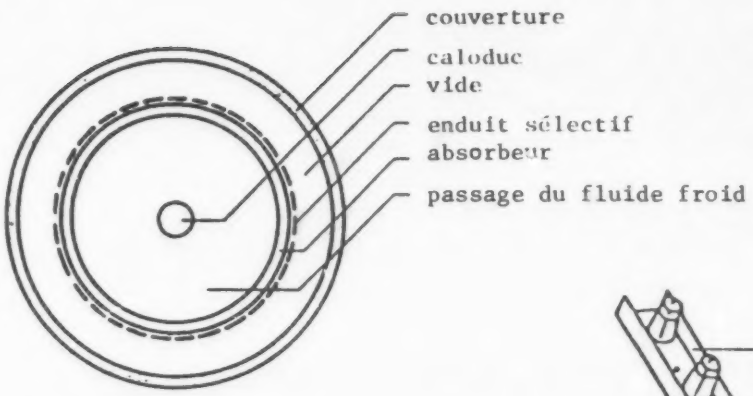
Le collecteur d'entrée-sortie est entouré d'une chemise isolante. Les tubes y sont montés par ajustage à friction à l'aide d'un joint en caoutchouc de silicone et d'un anneau torique. Ils sont fixés en place par un dispositif de serrage situé au-dessus de l'ouverture.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

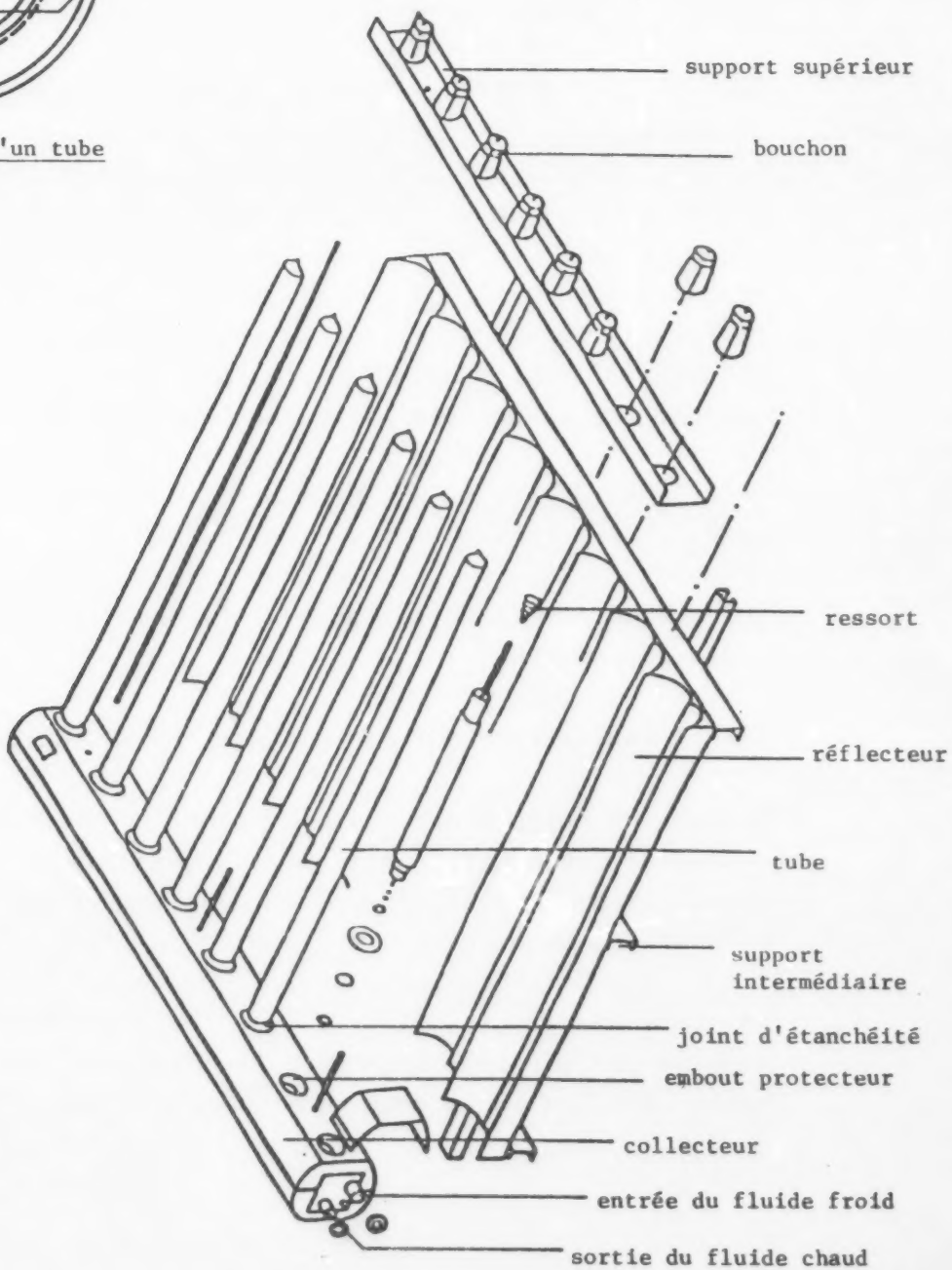
### 2. Paramètres d'exploitation

| | |
|---|---|
| Débit nominal par capteur: | 0,66 l/m |
| Température maximale du fluide à la sortie: | 93°C |
| Pression maximale: | 35 kPa |
| Température maximale de l'absorbeur pour qu'il n'y ait pas de choc thermique au moment du remplissage à l'eau froide: | 150°C |
| Augmentation approximative de la température du fluide (été, midi, jour ensoleillé, débit nominal) | 20°C |
| Liquide: | Eau adoucie, filtrée et purifiée |

## Capteur SOLARTECH ETC




Vue en coupe d'un tube



## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 3. Description du système

Les capteurs Solartech fonctionnent invariablement en mode de vidange temporaire. Le liquide utilisé dans le circuit primaire est de l'eau filtrée et adoucie.

Une commande à différentiel de température met en marche la pompe du circuit primaire quand elle détecte un écart de 17°C entre l'eau des capteurs et celle du réservoir solaire. Elle arrête la pompe quand l'écart est ramené à 4°C. (Le détecteur des capteurs est placé dans un tube spécialement destiné au contrôle de la température). Pour éviter que le cycle de marche-arrêt se répète trop fréquemment, une minuterie empêche l'arrêt de la pompe pendant les trente premières minutes de fonctionnement.

La mise en marche de la pompe est impossible dans les deux cas suivants:

(a) le détecteur haute température des capteurs marque plus de 150°C;

(b) l'eau du réservoir de vidange est à plus de 93°C.

La section "Lignes directrices pour l'instrumentation" fournit la description des autres commandes et dispositifs de sécurité qui équipent les circuits primaire et secondaire.

La pompe du circuit primaire tire l'eau du réservoir de vidange et la fait monter dans les capteurs, où elle entre dans les tubes sous vide montés en parallèle.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 3. Description du système (suite)

L'eau chaude retourne dans le réservoir de vidange sous l'effet de la gravité. Il est possible de grouper jusqu'à douze capteurs.

Quand la pompe du circuit primaire s'arrête, une électrovanne (normalement ouverte) s'ouvre. Le réservoir de vidange est relié aux collecteurs des capteurs par une canalisation de ventilation afin de permettre l'écoulement normal du liquide.

Le réservoir de vidange est muni d'un évent ou légèrement pressurisé par l'adjonction d'une soupape de sûreté réglée à 35 kPa et d'un clapet de retenue faisant office de soupape casse-vide.

La pressurisation offre l'avantage de réduire l'évaporation de l'eau et d'en faciliter le traitement.

Dans la plupart des cas, le réservoir de vidange est en acier noir tandis que la tuyauterie d'alimentation, de retour et de ventilation est en cuivre. Il faut donc que les joints entre ces deux métaux soit munis d'isolant diélectrique et que l'eau du circuit primaire soit purifiée selon un programme de contrôle très strict.

La configuration du circuit secondaire, du réservoir solaire et du chauffe-eau auxiliaire est semblable à celle des systèmes à vidange temporaire de moyenne à forte capacité (voir la section appropriée).

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 4. Considérations particulières

#### 1. Régulation du débit dans le circuit primaire

Si l'eau est mal répartie entre les tubes d'un capteur ou les capteurs d'un groupe, elle peut geler ou provoquer un choc thermique capable d'endommager la tuyauterie et les tubes eux-mêmes. Il faut donc que chaque groupe de capteurs soit muni d'une soupape de régulation de débit. Selon les recommandations du fabricant, le débit doit se situer entre 0,66 et 0,74 l/min par capteur. A l'intérieur d'un groupe de capteurs, la répartition du liquide entre les tubes peut varier en raison de l'inclinaison des capteurs et du nombre de capteurs par groupe. Normalement, un petit orifice d'environ 1 mm de diamètre, ménagé dans chacun des caloducs en acier inoxydable, égalise le débit dans les tubes en assurant une chute de pression nominale.

En pratique, il faut limiter à 12 le nombre de capteurs par groupe. Il est possible de contrôler visuellement le cycle de remplissage et de vidange grâce à un tube transparent qui équipe chacun des groupes de capteurs. Ce tube se trouve à l'extrémité opposée aux raccords d'alimentation et de retour.

Lorsque le circuit primaire est muni d'un filtre à tamis, il faut prévoir une pompe assez puissante pour compenser l'augmentation de pression due au chargement progressif du filtre. Si la pompe ne peut créer le débit prévu dans les capteurs, il peut en

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

4. Considérations particulières

1. Régulation du débit dans le circuit primaire (suite)

résulter une mauvaise circulation et un remplissage partiel des tubes et, de ce fait, une évaporation instantanée, une pression anormale ou un choc thermique.

2. Pureté de l'eau dans le circuit primaire

La pureté de l'eau dans le circuit primaire répond aux objectifs suivants:

- empêcher l'entartrage et l'accumulation de calcium dans les tubes sous vide;

- empêcher la corrosion galvanique et, de ce fait, la détérioration de la tuyauterie et des autres éléments du système;

- réduire la concentration des particules en suspension.

L'eau adoucie empêche l'accumulation de calcium et assure ainsi l'efficacité optimale des capteurs. L'addition d'un inhibiteur de corrosion et d'un oxygénant protège les éléments métalliques du système. Cette addition doit se faire selon un programme élaboré par une compagnie autorisée de traitement chimique de l'eau. L'absence de particules est particulièrement essentielle au bon

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 4. Considérations particulières

#### 2. Pureté de l'eau dans le circuit primaire

fonctionnement des capteurs à tubes sous vide car le débit dépend du rapport précis qui doit exister entre l'orifice du caloduc en acier inoxydable et l'entrée de l'eau froide dans le capteur. L'obstruction de l'un de ces orifices peut entraîner rapidement des dommages par gel ou choc thermique.

Dans le cas d'un système existant où il n'y a pas de régulation automatique de débit ni de charge de réserve, il est préférable d'installer le filtre dans le circuit secondaire car la régularité du débit y est moins importante. On peut aussi créer un sous-circuit de filtrage qui prend l'eau dans le réservoir de vidange et l'y ramène immédiatement.

#### 3. Vaporisation instantanée dans les tubes

La vaporisation instantanée dans les tubes n'est pas acceptable. Cette dernière peut se produire dans les conditions suivantes:

- pas de circulation dans un tube partiellement rempli;
- circulation insuffisante dans un tube;
- tubes trop chauds au démarrage;
- pression insuffisante jointe à une température très élevée de l'eau d'amenée.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 4. Considérations particulières

#### 3. Vaporisation instantanée dans les tubes

Il est donc recommandé de régler à 80-85°C la température maximale du réservoir dans les système où il n'y a pas de régulation de débit, par ex. ceux qui ne sont pas équipés de dispositifs de régulation automatique ou qui sont sujets à des variations de débit par suite du chargement graduel des filtres.

#### 4. Inactivité des capteurs

L'inactivité des capteurs est acceptable dans la mesure où les tubes sont vides. La seule précaution à prendre concerne le choc que peuvent subir les tubes s'ils sont très chauds à l'arrivée de l'eau froide. Il suffit pour prévenir un tel choc d'installer un détecteur de température dans un tube spécial et d'empêcher la pompe du circuit primaire de se mettre en marche quand ce détecteur marque plus de 150°C.

#### 5. Commande de la pompe

La commande à différentiel de température met en marche et arrête la pompe du circuit primaire quand il existe un certain écart de température entre l'eau des capteurs et celle du réservoir solaire.

L'écart qui commande la mise en marche doit être beaucoup plus élevé dans les systèmes à tubes sous vide que dans les systèmes à capteurs plans, faute

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 4. Considérations particulières

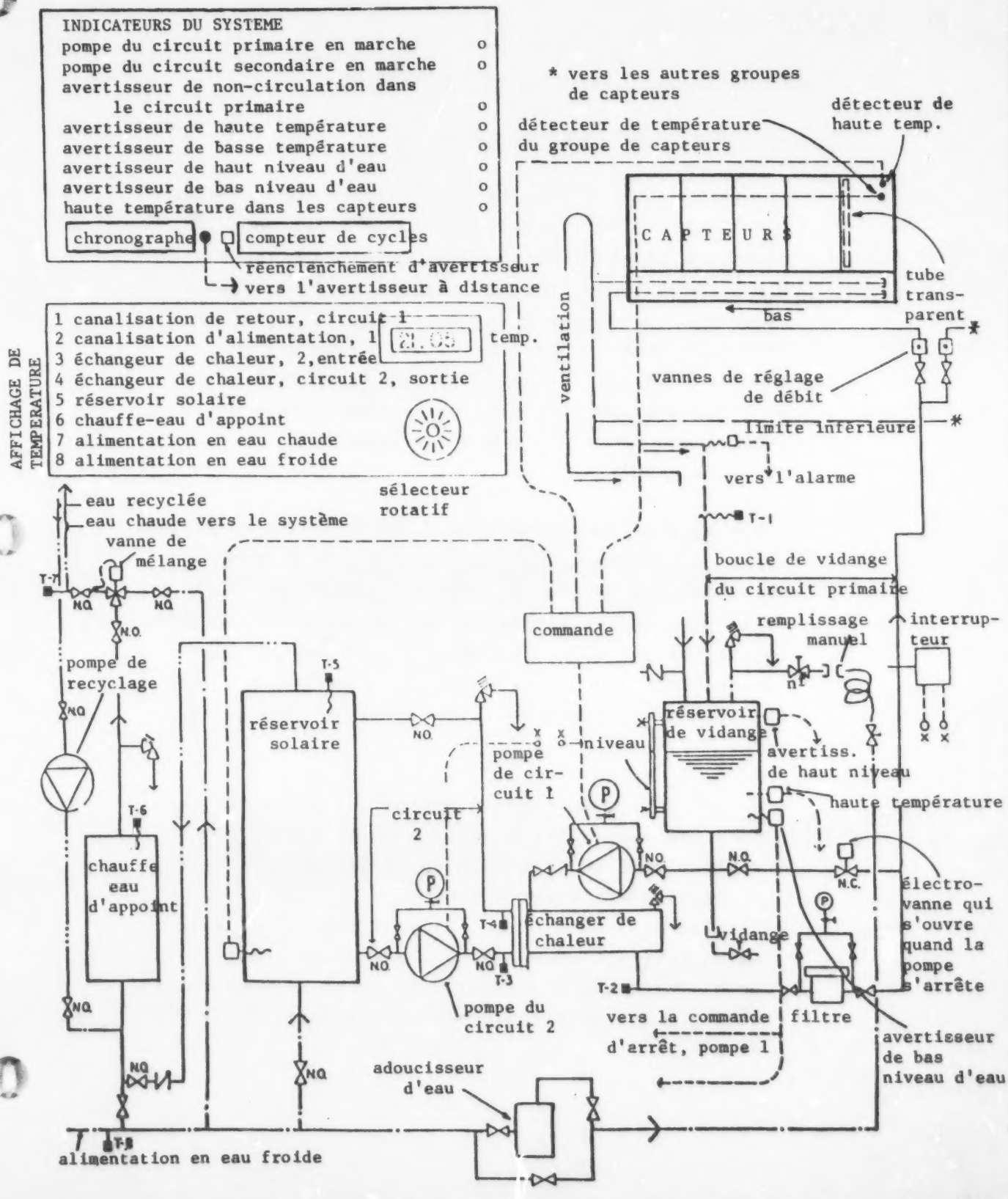
#### 5. Commande de la pompe (suite)

de quoi la fréquence des cycles est trop grande. Une minuterie empêche la pompe de s'arrêter trop rapidement après s'être mise en marche et prévient ainsi les problèmes éventuels de remplissage partiel et de gel de la tuyauterie exposée au froid. L'écart qui commande l'arrêt de la pompe est semblable à celui des autres systèmes à vidange temporaire.

#### 6. Schéma du système

Le schéma qui suit, intitulé CHAUFFE-EAU A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH ETC, montre un système typique comprenant l'instrumentation recommandée pour le réglage et le monitorage opérationnel du système.

CHAUFFE-EAU A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH ETC



## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 6. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 1. Indicateurs de température:

Il est nécessaire d'avoir des indicateurs de température pour les vérifications régulières et pour le dépistage de conditions anormales de fonctionnement. L'expérience a montré que les thermomètres bimétalliques et les thermomètres à liquide qu'on trouve sur le marché sont de peu d'utilité dans un système à énergie solaire. Ces instruments ne restent généralement pas étalonnés et la comparaison de la température des fluides n'a donc pas de signification.

Les plages de température de fonctionnement dans les circuits primaire et secondaire sont relativement étendues, par ex. de 5°C à 90°C. Les températures relatives, ou les différentiels de température, entre les circuits d'alimentation et de retour, et les températures d'approche entre les circuits primaire et secondaire, cependant, sont petites dans les systèmes ETC.

- Durant un ensoleillement maximal, l'écart de température entre l'alimentation et le retour au capteur dans un système à tubes sous vide se situe habituellement entre 4°C et 17°C.
- L'écart habituel entre l'alimentation et le retour au capteur est de 8°C à 10°C par temps ensoleillé.
- Le différentiel de température entre l'alimentation et le retour du circuit secondaire varie entre 0°C et 10°C.

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

1. Indicateurs de température: (suite)

et

- La température d'approche entre le retour du circuit primaire (boucle du capteur) et l'alimentation du circuit secondaire (quittant l'échangeur de chaleur) fluctue généralement entre 0°C et 17°C.

En plus de la connaissance des niveaux de température des circuits primaire et secondaire, la connaissance des différentiels de température mentionnés précédemment indique à l'opérateur si son système de chauffage solaire fonctionne correctement. Étant donné que les différentiels de température à l'intérieur des boucles primaire et secondaire sont petits (de 0°C à 17°C), mais qu'ils peuvent se produire n'importe où dans la plage de fonctionnement de 5°C à 95°C du système, il faut des détecteurs d'une linéarité et d'une précision exceptionnelles, afin d'obtenir des mesures qui soient significatives. Dans le cas d'un différentiel de température de 8 à 10°C, par exemple, deux mesures d'une précision de plus ou moins 0,5°C produiront une lecture en deçà de 1°C, soit 10 p. cent de la valeur réelle. Pour le monitorage du rendement d'une installation, une telle précision est considérée comme minimale.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 6. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 2. Principaux types de détecteurs de température

Voir le guide des systèmes à vidange temporaire de moyenne à forte capacité (Étape II) pour une description détaillée des détecteurs de température à liquide, à bilame, à thermocouple, à thermistor, à circuit intégré et à DTR de platine.

#### 3. Installation des détecteurs

Il est recommandé d'installer tous les détecteurs de température dans des gaines en acier inoxydable placées dans les raccords en té du système. Ces gaines doivent être remplies d'un composé au silicone conducteur de chaleur de façon à garantir la précision des mesures. Ce mode d'installation présente l'avantage de permettre l'entretien, le remplacement et l'étalonnage des détecteurs sans aucune perte du fluide caloporteur.

#### 4. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les capteurs et vérifier le rendement de ces derniers

Chaque groupe de capteurs devrait être équipé d'un dispositif permettant la mesure de la température de sortie du liquide. De plus, chaque groupe devrait être alimenté par une vanne de régulation automatique du débit. Normalement, par temps ensoleillé, chaque groupe doit marquer la même différence de température entre l'entrée et la sortie du liquide et

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

4. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les capteurs et vérifier le rendement de ces derniers

doit présenter le même débit. Des vérifications périodiques doivent être faites à ce sujet. Il est donc recommandé d'installer à la sortie de chaque groupe un puits thermométrique ou une prise Peterson permettant l'insertion d'une sonde électronique portative. Il est également recommandé d'installer un tube sous vide transparent dans chacun des groupes pour permettre l'inspection visuelle du débit.

5. Avertisseur de haute température dans le réservoir de vidange temporaire

Il existe plusieurs raisons pour lesquelles le réservoir de vidange temporaire peut atteindre des températures anormalement élevées:

1. Un captage excessif de chaleur solaire par rapport à la demande en eau domestique.

2. La pompe du circuit secondaire qui ne fonctionne pas en accord avec celle du circuit primaire; par conséquent, la chaleur solaire captée ne peut être transférée au circuit secondaire ou à l'eau domestique.

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

5. Avertisseur de haute température dans le réservoir de vidange temporaire (suite)

3. Un blocage ou un écrasement excessif des tubes de l'échangeur de chaleur.

Un détecteur de haute température installé dans le réservoir de vidange doit arrêter la pompe du circuit primaire lorsqu'il détecte des températures supérieures à 93 °C. Un signal visuel doit indiquer que la température est trop élevée.

6. Avertisseur de haute température dans les capteurs

Cet avertisseur, installé dans un tube spécialement destiné au contrôle, sert à empêcher la mise en marche de la pompe du circuit primaire quand la température des tubes dépasse 150°C. Il commande également l'allumage d'un voyant avertisseur.

7. Minuterie de cycle minimal

Cette minuterie empêche l'arrêt de la pompe pendant une certaine période après sa mise en marche.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 6. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 8. Manomètres

Un manomètre doit être installé entre les vannes d'inversion de cycle à la sortie de la pompe du circuit primaire. Il doit pouvoir mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement de la pompe. Dans les cas où le circuit primaire est ouvert à l'atmosphère, le manomètre indiquera entre 10 et 20 kPa lorsque la pompe ne fonctionne pas (cette pression est équivalente à la colonne d'eau mesurée verticalement entre le manomètre et le niveau d'eau dans le réservoir).

Lorsque l'installation est pressurisée (comme le montre le schéma du système), le manomètre indiquera n'importe quelle pression entre 0 kPa et le réglage de pression de la soupape de décharge, selon l'élévation de la pompe, le niveau de l'eau et la pressurisation. Lors de la mise en marche, quand la canalisation du capteur se remplit d'eau, la pression de refoulement augmentera graduellement jusqu'à ce qu'elle dépasse la hauteur d'élévation du système et le différentiel de pression fixé par les robinets de réglage.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 6. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 9. Interrupteur à débit du circuit primaire

Lorsque la pompe du circuit primaire fonctionne, il doit y avoir écoulement dans la boucle primaire. Si, pour quelque raison que ce soit, la pompe ne peut fournir la pression de refoulement nécessaire pour maintenir la circulation, le système à énergie solaire devient totalement inefficace.

Il est recommandé d'installer dans le circuit primaire un interrupteur à débit, relié au panneau indicateur de l'état du système et qui indique s'il n'y a pas d'écoulement. L'avertisseur doit être câblé de façon à ne fonctionner que lorsqu'il n'y a pas d'écoulement et que la pompe du circuit primaire est en marche.

#### 10. Avertisseur de bas niveau d'eau

Le niveau peut être bas à cause:

- de l'évaporation naturelle du fluide du circuit primaire;
- d'une fuite dans la tuyauterie du circuit ou dans les capteurs;
- du gel ou du bris d'un ou plusieurs des tubes sous vide.

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

10. Avertisseur de bas niveau d'eau (suite)

Un bas niveau d'eau peut causer la cavitation de la pompe du circuit primaire et la faire surchauffer, ce qui entraîne un fonctionnement inefficace et des risques de dommage matériel.

Il est recommandé d'installer dans le réservoir de vidange une sonde de bas niveau d'eau, câblée de façon à déclencher un avertisseur sonore lorsque le niveau d'eau du réservoir de vidange est trop bas.

11. Avertisseur de haut niveau d'eau

Le niveau d'eau peut être haut à cause:

- d'un remplissage excessif du circuit primaire
- de la contamination mutuelle des circuits primaire et secondaire.

Un haut niveau d'eau peut entraîner la diminution de la ventilation des canalisations de vidange et des capteurs. Il peut en résulter que l'eau résiduelle reste dans la boucle primaire quand les pompes sont arrêtées, ce qui rend le système inefficace et peut entraîner le gel des capteurs et des canalisations par temps froid.

## A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

### 6. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 11. Avertisseur de haut niveau d'eau (suite)

Une sonde de haut niveau d'eau doit être installée dans le réservoir de vidange; elle doit produire des signaux sonore et visuel lorsqu'elle détecte des niveaux d'eau trop élevés.

On doit prendre des mesures pour empêcher les déclenchements inutiles de l'avertisseur et pour protéger la sonde détectrice de haut niveau contre les dommages, lors de la conception de l'entrée reliant le capteur et la canalisation de retour au réservoir de vidange.

#### 12. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit secondaire

Un chronographe indiquant le temps de fonctionnement accumulé de la pompe du circuit secondaire fournira à l'opérateur une indication acceptable du rendement du système à énergie solaire. En observant régulièrement le temps de fonctionnement accumulé, on peut détecter les problèmes de fonctionnement du système de commande et, en particulier, un fonctionnement continu anormal qui entraîne un gaspillage d'énergie.

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

12. Chronographe (temps écoulé) - Pompe du circuit secondaire (suite)

La pompe du circuit secondaire doit être reliée à l'interrupteur à débit installé dans le circuit primaire. Chaque fois qu'il y aura un écoulement dans le circuit primaire, la pompe du circuit secondaire fonctionnera.

13. Compteur de cycles

Le compteur de cycles est un dispositif électromécanique qui indique le nombre de cycles marche-arrêt de la pompe de la boucle primaire. Ce dispositif relativement peu coûteux est très utile pour établir les réglages initiaux du différentiel de température qui mettent en marche et arrêtent les pompes de circulation. De plus, on peut utiliser le compteur de cycles pour détecter les cycles anormaux ou irréguliers dus à des connexions intermittentes, des défectuosités de la commande ou des détecteurs ou encore une panne de la minuterie.

14. Protection contre le gel

On doit munir le circuit primaire d'un système de protection automatique contre le gel. Le thermostat de protection contre le gel doit être installé dans la canalisation de retour du capteur et être câblé

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

6. Lignes directrices pour l'instrumentation

14. Protection contre le gel (suite)

de façon à arrêter la pompe du circuit primaire s'il détecte des températures inférieures à 5°C. L'arrêt doit se produire même si la minuterie est toujours en marche. Le panneau indicateur de l'état du système doit comprendre un avertisseur de basse température.

7. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez de renseignements à opérateur pour qu'il puisse effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité et du rendement du système considéré.

A) SYSTÈME SOLARTECH ETC

7. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel (suite)

Le calendrier d'entretien liste pour chacun des éléments du système les opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tenir compte des particularités du système visé.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut faciliter la localisation des problèmes de fonctionnement. La section "Lignes directrices pour l'opérateur" explique le fonctionnement de chacun des éléments de commande et de monitorage en tenant compte des concepts présentés dans le guide. Elle a pour objet d'aider l'opérateur à bien régler et contrôler le système, à localiser les défectuosités éventuelles et à apporter les correctifs appropriés.

# CHAUFFE-EAU SOLAIRE A VIDANGE TEMPORAIRE ET A TUBES SOUS VIDE

## LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

PROJET: FABRICANT DU SYSTÈME:

OPÉRATEUR: MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Condition de temp. (en cocher une) A | B | C | Temp. extér. approx. (°C) | Syst. en circ. oui ou non | Pompe en marche P | S | Températures (°C) Échangeur de chaleur Primaire E/NT T=1 | Primaire S/RT T=2 | Secondaire E/NT T=3 | Secondaire S/RT T=4 | Réservoir de stockage Solaire T=5 | Réservoir de stockage Solaire T=6 | Alimentation en eau Chaude T=7 | Alimentation en eau Froide T=8 | Press. du syst. (kPa) en circ. prise | Temps écoulé (heures) depuis dernière | Nombre de cycles mesurés par le compteur | Avertisseurs de système De haute limite oui ou non | De haute limite oui ou non | Niveau de fl. oui ou non H | S | Absence d'écoulement oui ou non | Vase à trop-plein (sec/mouillé) Boucle fermée | Réservoir solaire se vide. | oui ou non: Eau ajoutée | Fuites visibles oui ou non |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| Système complet | Liste des points de vérification | x | x | x | x | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| CAPTEURS: | | | | | | | |
| Tubes | Vérifier s'il y a fuite, bris ou surchauffe. Les tubes doivent être frais au toucher par temps ensoleillé. Remplacer tout tube chaude. | | x | | | | Le getter de baryum qui se trouve à l'extérieur du tube peut virer au blanc quand l'air pénètre dans le tube. |
| | Vérifier le cycle de remplissage/ vidange au tubes transparents. | | x | | | | |
| | Enlever la neige. | | x | | | | L'hiver seulement. |
| | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Laver également les réflecteurs. Augmenter la fréquence au besoin. |
| | Détartrer avec de l'acide acétique diluée. Rincer. | | | | | x | S'il y a entartrage apparent. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher la peinture là où il y a trace de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| CAPTEURS: (suite) | | | | | | | |
| Tuyauterie (suite) | Mesurer le temps de vidange temporaire. | | | | x | | Particulièrement important avant l'hiver |
| | Vérifier si l'écoulement est équilibré dans chaque groupe de capteurs. La marche à suivre pour l'équilibrage est expliquée en détail dans les documents relatifs à la mise en marche et au monitorage du Bureau des programmes solaires. | | | | | x | A l'aide d'un thermomètre électrique étalonné, on peut mesurer la température à l'entrée ou à la sortie de chaque groupe. Il faut le faire un jour ensoleillé, vers midi, pendant que le système fonctionne. |
| | Examiner les manchons et l'isolant. Réparer les manchons à l'épreuve des intempéries s'il le faut. Remplacer l'isolant en fibre de verre s'il est mouillé. Vérifier si les manchons en plastique sont détériorés par les ultraviolets. | | | | | x | |
| | Vérifier les raccords et les pénétrations dans le toit. | | | | | x | Utiliser de la soudure 95-5 pour réparer les tuyaux de cuivre. |
| Modules de commande | Examiner le câblage, les raccords et le montage des détecteurs. | | | | x | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIR DE VIDANGE TEMPORAIRE | Vérifier les niveaux d'eau. Remplir d'eau traitée adoucie. | | | x | | | Le faire aussi au déclenchement de l'avertisseur. |
| | Nettoyer, détartrer, enlever les sédiments et rincer. | | | | | x | Ne pas oublier les sondes. |
| | Examiner l'isolation du réservoir. | | | | x | | |
| Détecteurs de niveau | Vérifier et nettoyer les détecteurs. Les faire fonctionner manuellement. | | | | | x | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température et les tours-minute. | | | | | x | |
| Contacteurs et commutateurs | Examiner les connexions et en vérifier la solidité. Voir s'il y a du piquage. Remplacer les contacts. | | | | | x | |
| Roulements | Vérifier s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | x | | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de carbone ou de céramique, les joints toriques et les joints plans fuient, sont usés ou font du bruit. | | | x | | | Selon les recommandations du fabricant. Remplacer en cas de fuite. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS (suite) | | | | | | | |
| Raccords | Examiner le jeu. Resserrer s'il le faut. | | | x | | | |
| Montage et alignement | Vérifier, rectifier s'il le faut. | | | | | x | |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression engendrée. | | | | x | | |
| ÉCHANGEUR DE CHALEUR | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | x | | | |
| | Suivre les recommandations du fabricant pour le nettoyage et l'inspection de l'appareil. Réparer si la chute de pression est supérieure de 20 p. 100 à la valeur initiale. | | | | | x | Échangeurs à calandre: passer un écouvillon dans les tubes des échangeurs à tête mobile. Pour les types à faisceau, utiliser un solvant chimique et rincer. Démonter les échangeurs à plaques et les nettoyer à l'aide d'une brosse en fibre; employer une solution de détergent ou de carbonate de sodium anhydre. |
| | Remplacer les garnitures. | | | | | | Au besoin. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE | Examiner l'isolation des réservoirs. | | | | | x | |
| | Vérifier s'il y a des fissures, des déformations ou des traces de fusion sur les revêtements. Ces derniers doivent être identifiés et étiquetés. | | | | | x | Suivre les recommandations du fabricant pour les réparations. Les tolérances de température maximales et les exigences relatives à l'entretien et à la réparation varient beaucoup d'un réservoir à l'autre. |
| | Les revêtements de réservoirs typiques comprennent le ciment directement appliqué (on dit parfois que ces réservoirs sont "garnis de pierre"), le ciment appliqué sur treillis soudé, les enduits d'aluminate de calcium (par ex. "Alcrete", les parois de cuivre ajustées, les finis époxydes et les feuilles de plastique vinylique rapportées. | | | | | | Des nettoyages et rinçages fréquents sont bénéfiques pour tous les genres de réservoirs. |
| | Vérifier l'état des anodes de magnésium et des autres dispositifs de protection contre la corrosion. | | | | | x | S'il y en a. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | | | | | | | |
| Revêtement de ciment | Vidanger, ouvrir le trou d'homme et examiner le revêtement avec attention. Colmater en suivant les recommandations du fabricant concernant la matière et la méthode à utiliser. Enlever les débris, rincer, remplacer la garniture s'il le faut, puis remplir. | | | | | x | Les mois d'hiver, un jour nuageux de préférence.<br><br>Fournir la ventilation et l'éclairage appropriés. |
| Revêtement de verre | Examiner le revêtement. Réparer ou remplacer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | Le faire seulement si le réservoir est bloqué ou si la corrosion, dont on voit des traces dans l'eau, provient du réservoir. |
| Revêtement de plastique (vinyl ou époxyde) | Vérifier s'il y a détérioration, fuite ou décoloration. Vidanger, enlever les débris et rincer. Réparer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | L'eau ne devrait pas pénétrer derrière ces revêtements. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si possible. | | | | | x | Les instruments montés sur des puits sont accessibles de l'extérieur. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE** | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Examiner le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer selon les besoins. |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les joints étanches et les presse-étoupe. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapges devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |
| Tamis | Les ouvrir, enlever le panier, nettoyer et rincer. | | | x | | x | Le faire plus souvent pendant le démarrage et si la chute de pression est importante. |
| Filtres à eau | Surveiller la chute de pression. | | | x | | | Remplacer le support ou la cartouche, selon les besoins. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Faire fonctionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage des soupapes ajustables. | | | | | x | Remplacer le vase à trop-plein placé sous le tuyau de sortie (s'il y en a un). |
| Évents | Pour les évents à entretenir, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | |
| Liquides | Vérifier le niveau, ajouter au besoin de l'eau adoucie filtrée. | | | x | | | Augmenter la fréquence au besoin. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | |
| | Effectuer les analyses et traitements recommandés pour le système solaire en question, en tenant compte de l'état de l'eau locale. | | x | | | | Ou en suivant les directives de la compagnie de traitement de l'eau. Selon la qualité de l'eau et le comportement du système, il pourrait être nécessaire de remplacer entièrement les liquides après quelques années. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE** | | | | | | | |
| Commande à différentiel | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indications affichées. S'assurer du bon fonctionnement des pompes pour chaque réglage. | | | x | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rétablir pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande aux positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages numériques ou électroniques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains thermiques pour la vérification du point de consigne. |
| Panneau indicateur de l'état du système | Faire fonctionner et remettre à l'état initial tous les circuits des indicateurs et des avertisseurs du système (haut niveau d'eau, bas niveau d'eau, haute température, basse température, etc.) | | | | x | | |
| | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOLARTECH

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE** (suite) | | | | | | | |
| Panneau d'affichage des températures | Noter la température à tous les points de détection et vérifier leur justesse (à la sortie du capteur-T, à l'entrée du capteur-T, etc.) | | x | | | | Les pompes doivent avoir fonctionné pendant quelques minutes avant que l'on procède aux lectures. |
| | Retirer les détecteurs des puits et vérifier l'étalonnage d'installation au point de congélation et au point d'ébullition de l'eau. | | | | | x | Il faut le faire au moins une fois pendant la durée de vie d'un système, et plus souvent si les détecteurs ne sont pas à DTR de platine. |
| Câblage d'alimentation | Vérifier si l'isolation présente des signes de rétrécissement ou de fragilité près des commandes des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils et conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer un surchauffe du câblage; vérifier. |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis de bornes. | | | | | x | |

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| **POMPE:** Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée, fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- N'a pas été mise en marche par la commande.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problème au niveau du système de commande. | - Pas de captage d'énergie solaire. | - Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures.<br>- Avertisseur d'absence d'écoulement (interrupteur à débit). |
| **POMPE:** Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Commande réglée à ouverture manuelle.<br>- Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.<br>- Problèmes au niveau du système de commande. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie du circuit primaire. | - Avertisseur de basse température.<br>- Thermostat de protection contre le gel pour arrêter la pompe.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |
| **COMMANDE:**<br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non reglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.<br>- Câblage défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux.<br>- Interrupteurs défectueux. | - Inefficacité.<br>- Formation de vapeur dans les capteurs.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie exposée.<br>- Choc thermique des tubes sous vide | - Avertisseur de haute température et fermeture de la pompe.<br>- Avertisseur de basse température et fermeture de la pompe.<br>- Observation du chronographe.<br>- Observation du compteur de cycles.<br>- Observation des températures. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE AUTOMATIQUE |
|---|---|---|---|
| PAS DE CIRCULATION:<br><br>Pompe en marche. | - Mauvaise ventilation.<br>- Bas niveau d'eau dans le réservoir.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu.)<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Formation de poches dans la pompe.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur d'absence d'écoulement (interrupteur à débit).<br>- Observation des températures.<br>- Obervation des manomètres.<br>- Avertisseur de bas niveau d'eau. |
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE | - Joint de soudure incorrect.<br>- Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion.<br>- Bris d'un tube sous vide.<br>- Mauvaise fixation d'un tube. | - Perte de fluide dans le circuit primaire.<br>- Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- La pompe surchauffe. | - Avertisseur de bas niveau d'eau.<br>- Avertisseur de haute température.<br>- Observation des manomètres.<br>- Observation des températures. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT PRIMAIRE | - Mauvaise ventilation.<br>- Pentes incorrectes des tuyaux et des groupes de capteurs.<br>- Commande, détecteurs, raccordement et câblage défectueux. | - Pas d'écoulement.<br>- Bris dans la tuyauterie.<br>- Perte de caloporteur. | - Un thermostat de protection contre le gel doit arrêter la pompe et l'avertisseur. |
| CONTAMINATION MUTUELLE:<br><br>(système avec échangeur de chaleur direct) | - Fuite dans l'échangeur de chaleur. | - Du fluide du circuit primaire est passé dans le circuit d'eau domestique.<br>- De l'eau domestique est passée dans le circuit primaire entraînant des problèmes de ventilation et des risques de gel dans la boucle primaire. | - Avertisseur de bas niveau d'eau.<br>- Avertisseur du tube de verre indicateur du réservoir de vidange.<br>- Avertisseur de haute niveau d'eau. |

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE AUTOMATIQUE |
|---|---|---|---|
| VENTILATION, VIDANGE | - Pentes incorrectes.<br>- Déformation d'un tuyau.<br>- Remplissage excessif du réservoir de vidange.<br>- Obstruction ou rétrécissement d'un tuyau.<br>- Gel partiel. | - Inefficacité.<br>- Gel des capteurs et de la tuyauterie. | - L'observation du cycle de remplissage et de vidange à travers un tube de verre est une solution partielle; la préoccupation princiale demeure la conception adéquate des pentes et du système de ventilation. |

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 1. PÉRIODES ENSOLEILLÉES OU PARTIELLEMENT ENSOLEILLÉES

Le système à énergie solaire doit avoir des cycles de fonctionnement.

### 2. PÉRIODES NUAGEUSES OU SANS SOLEIL

Le système à énergie solaire aura des cycles de fonctionnement seulement si la température extérieure ambiante est suffisamment plus élevée que celle de l'eau qui entre dans le circuit ou que celle de l'eau au fond du réservoir solaire de stockage.

### 3. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Si le système ne fonctionne pas selon la description pour les conditions météorologiques ci-dessus, vérifier le disjoncteur principal et les disjoncteurs divisionnaires.

### 4. POMPES

#### 1. Pompe du circuit primaire

La pompe du circuit primaire est mise en marche et arrêtée par la commande à différentiel de température. Les cycles doivent correspondre à ceux qui sont décrits aux paragraphes 1 et 2. SINON, vérifier:

- les connexions d'alimentation électrique, le relais du démarreur et le câblage
- les réglages de la commande à différentiel
- les connexions au détecteur et le circuit
- la commande

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

4. POMPES (suite)

1. Pompe du circuit primaire(suite)

- l'arrêt de haute limite
- la protection contre le gel de basse limite

2. Pompe du circuit secondaire

Cette pompe doit toujours fonctionner quand la pompe du circuit secondaire est en marche, et quand il y a écoulement dans le circuit primaire.

Sinon, vérifier:
- si tous les appareils de robinetterie du circuit primaire sont ouverts
- l'interrupteur à débit et le câblage de commmande
- le démarreur et le moteur de la pompe du circuit secondaire et le câblage d'alimentation du relais
- l'écoulement dans le circuit primaire. S'il n'y a pas d'écoulement, vérifier le moteur, l'accouplement, et la turbine de la pompe
- si l'échangeur de chaleur ou les tuyaux du circuit primaire ne sont pas obstrués.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 5. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

- Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures que le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:
  a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
  b) le nombre d'heures d'ensoleillement
  c) la période de l'année
  d) la température extérieure

  Le système peut aussi fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

- Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

  a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;

  b) si le point de consigne de congélation est correct;

  c) si le système est fermé à cause du gel;

  d) si le système est fermé à cause d'une haute limite.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 6. COMPTEUR DE CYCLES

Cet instrument est utile pour détecter le cyclage excessif ou l'absence de cyclage des pompes.

Le cyclage excessif peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop rapprochés
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système
- qu'il y a des connexions intermittentes
- un débit fixé à une valeur trop élevée.

Une absence de cyclage ou un cyclage trop peu fréquent peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop larges
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système
- que des détecteurs de température sont ouverts ou court-circuités
- un débit retenu

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS

Se reporter au schéma "Vidange temporaire" à la page 14.

- La température à T-1 doit toujours être plus élevée que celle à T-2.

- Le différentiel de température ne doit pas dépasser 18°C à 20°C lors d'un ensoleillement maximal. Si le différentiel de température est plus élevé et que la boucle fonctionne à débit réduit, vérifier:

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

- si des appareils de robinetterie sont partiellement fermés
- si les filtres sont sales
- s'il y a des obstructions
- s'il y a des bouchons d'air
- s'il y a des problèmes au niveau de la pompe.

- Il doit toujours y avoir un petit différentiel de température lorsque la pompe fonctionne pendant les périodes ensoleillées. Dans le cas contraire, vérifier:

  - si des appareils de robinetterie de la boucle des capteurs sont fermés
  - si l'écoulement est empêché pour quelque raison que ce soit
  - si les capteurs sont recouverts de neige
  - si la turbine de la pompe est désengagée
  - si la boucle des capteurs est gelée.

Les niveaux de température à T-1 et à T-2 varieront entre 5°C et 95°C. Des niveaux élevés de température indiquent qu'il y a une grande quantité d'eau chauffée par énergie solaire. S'il n'y a pas de consommation d'eau domestique, il peut en résulter un trop grand captage d'énergie solaire, ce qui peut entraîner des augmentations excessives de pression

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

et de température dans la boucle et un écoulement subséquent du caloporteur par les soupapes de décharge des circuits primaire et secondaire.

Lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne, la température à T-4 doit toujours être plus élevée que la température à T-3. Dans le cas contraire, il est possible qu'il n'y ait pas d'écoulement dans le circuit secondaire, ou qu'il y ait un problème au niveau de la commande du système qui entraînerait un échange de chaleur inversé.

La température à T-4 doit toujours être inférieure à la température à T-1, tant que les pompes fonctionnent.

Les températures 1, 2, 3, 8, et peut-être la température 5 peuvent être près de la température de la pièce pendant les périodes où il n'y a pas d'écoulement dans les circuits.

T-5 indique la température de l'eau emmagasinée. Cette température varie habituellement entre 5°C (s'il y a une grande demande d'eau domestique sans captage d'énergie solaire) et environ 80°C (s'il n'y a qu'une faible demande ou aucune demande d'eau domestique et un captage maximal d'énergie solaire).

T-6 indique la température de l'eau emmagasinée dans le chauffe-eau d'appoint, réglée normalement entre 50°C et 80°C.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

T-7 indique la température de l'eau chaude domestique, maintenue normalement entre 45°C et 70°C.

T-8 indique la température de l'eau froide qui entre dans le système.

### 8. MANOMÈTRE DU CIRCUIT PRIMAIRE

Le manomètre indiquant la pression de refoulement de la pompe montrera une augmentation de la hauteur d'élévation à mesure que les canalisations d'alimentation des capteurs se rempliront d'eau. A la reprise de la circulation normale, la pression de refoulement diminuera à mesure que les canalisations de retour des capteurs se rempliront d'eau et une action de siphon se produira.

La pression d'aspiration, dans les systèmes ouverts à l'atmosphère, sera près de 0 kPa quand la pompe fonctionne. Quand la pompe est arrêtée, le manomètre indiquera la pression de la hauteur d'élévation (équivalente à la colonne d'eau entre le réservoir de vidange et le manomètre).

Dans les installations en boucle "semi-fermée", les pressions d'aspiration et de refoulement sont augmentées de la valeur de la mise sous pression en un temps donné.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 9. MANOMÈTRE DU CIRCUIT SECONDAIRE

La pression indiquée par le manomètre sur la pompe du circuit secondaire varie avec les fluctuations de la pression de l'eau de la municipalité. On utilise ce manomètre pour surveiller le rendement de la pompe.

### 10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE FROID

Cet instrument doit être réglé à 5°C; il protège le circuit primaire des dommages causés par le gel, arrête la pompe du circuit primaire et déclenche une alarme.

### 11. THERMOSTAT LIMITEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE

Le thermostat limiteur de haute température doit être réglé pour déclencher un signal d'alarme quand la température dépasse 90°C. Les températures peuvent être anormalement élevées à cause:

- d'un captage excessif de chaleur solaire par rapport à la consommation d'eau chaude domestique
- d'une absence d'écoulement dans le circuit secondaire
- d'un disjoncteur des pompes du circuit secondaire qui a sauté ou qui a été déclenché
- de soupapes N.O. du circuit secondaire qui sont en position fermée
- de problèmes au niveau de l'échangeur de chaleur.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 12. BAS NIVEAU D'EAU

On doit ajouter de l'eau périodiquement pour compenser les pertes dues à l'évaporation.

Si le système arrête fréquemment de fonctionner parce que le niveau d'eau est trop bas, vérifier:

- s'il n'y a pas de fuites dans le circuit primaire
- si le réglage du thermostat limiteur de haute température n'est pas trop élevé (il peut se former de la vapeur à l'intérieur des capteurs)
- s'il n'y a pas de contamination mutuelle, c'est-à-dire si l'eau contenue dans le circuit primaire ne s'infiltre pas dans le circuit secondaire par le convertisseur (ceci ne peut se produire que dans les installations en boucle semi-fermée).

### 13. HAUT NIVEAU D'EAU

Un niveau d'eau trop élevé dans le réservoir de vidange peut rendre inefficace le système de ventilation. Un haut niveau d'eau peut être causé par un remplissage excessif de la boucle primaire ou par l'infiltration de l'eau domestique dans le circuit primaire, se produisant à l'intérieur de l'échangeur de chaleur. Un avertisseur indique qu'un haut niveau d'eau est atteint. On doit alors prendre immédiatement les mesures qui s'imposent.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 14. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS

L'étalonnage de tous les détecteurs de température, tels qu'ils sont installés dans le système, peut permettre à un opérateur de surveiller et d'entretenir un circuit d'eau chaude domestique à énergie solaire avec une efficacité, une précision et une assurance toujours croissantes. On peut effectuer l'étalonnage facilement, à l'aide de matériaux faciles à se procurer, au point de congélation de l'eau (0°C) et au point d'ébullition de l'eau (100°C), selon la pression atmosphérique:

On place de la glace concassée ou broyée dans un thermos à ouverture large qui contient de l'eau froide. On laisse le mélange se stabiliser. En autant que des quantités importantes de glace et d'eau sont présentes, la température du mélange atteint rapidement 0°C (à $\pm$ 0,1°C) et n'est que peu influencée par la température ambiante et par la pression atmosphérique. On retire les sondes de monitorage de la température de leurs puits, une à la fois, et on les place dans le thermos (près de leur emplacement d'origine) et, après une période de stabilisation, on peut lire la température sur l'indicateur central.

S'il est possible de faire le réglage au zéro, chaque canal de détecteur doit être réglé pour indiquer 0,0°C quand la sonde qui lui correspond est plongée dans le bain d'eau et de glace; dans le cas contraire, on doit noter et indiquer clairement l'erreur observée à 0°C (soit: T-1 est trop élevé de 0,3°C, T-2 est trop bas de 0,5°C, etc.).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 14. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS (suite)

On emploie la même méthode de base pour l'étalonnage au point d'ébullition, sauf qu'on utilise de l'eau qui bout fortement sur une plaque chauffante, et qu'on doit faire les corrections nécessaires relatives à la pression atmosphérique.

La pression "atmosphérique normale" est de 101,3 kPa; le point d'ébullition de l'eau baisse d'environ 0,3°C pour chaque réduction de 1 kPa de pression et augmente de 0,3°C pour chaque augmentation de 1 kPa de pression. Si la pression en un lieu est de 100 kPa, on peut s'attendre à ce que l'eau bouille à environ 99,6°C. On détermine donc le point d'ébullition "réel", puis on corrige l'erreur du détecteur ou on la prend en note, tel que requis.

## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 1. Capteur

Le capteur Sol-Pro E-100 était auparavant distribué par Amherst Renewable Energies Ltd. sous le nom de modèle de VTR 261. Il utilise des tubes sous vide fabriqués par Philips, Hollande.

Trois modèles sont offerts:

capteur à 8 tubes formant une aire brute de 1,5 $m^2$
capteur à 10 tubes formant un aire brute de 1,85 $m^2$
capteur à 12 tubes formant une aire brute de 2,2 $m^2$

Les tubes sous vide sont en verre et renferment un absorbeur à ailettes en cuivre, recouvert d'un enduit sélectif. L'absorbeur est soudé à un caloduc qui fait toute la longueur du tube et qui contient un hydrocarbure liquide sous vide partiel.

Le caloduc mène la chaleur à un montage qui intègre un condensateur et un échangeur de chaleur. Ce montage est fixé par serrage à un tuyau collecteur. L'échange de chaleur se produit chaque fois que l'absorbeur à ailettes capte suffisamment de chaleur solaire pour faire bouillir le liquide contenu dans le caloduc.

La vapeur monte alors au sommet du tube et se condense sur le métal froid du dispositif de serrage, transférant ainsi la chaleur au liquide du circuit primaire qui circule dans le collecteur. Les tubes sont fixés séparément au collecteur par quatre boulons enduits d'une graisse conductrice de haute température. Il est

## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 1. Capteur (suite)

possible de remplacer un tube sans altérer le fonctionnement du système car l'eau à chauffer ne passe pas dans les tubes eux-mêmes.

La surface de l'absorbeur sélectif ne doit normalement subir aucune dégradation étant donné qu'il se trouve sous vide.

Il est possible de brancher en série jusqu'à 40 capteurs. On peut alors utiliser un dispositif de serrage de plus gros diamètre (25,4 mm). Le circuit primaire peut être à boucle fermée ou à vidange temporaire, avec de l'antigel pour fluide caloporteur dans le premier cas et de l'eau dans le second.

La description qui suit vaut pour un système à boucle fermée où la température dans le circuit primaire ne dépasse pas 95°C.

Les capteurs Sol-Pro peuvent servir à chauffer de l'eau à plus de 100°C mais il faut alors que le système auquel ils doivent s'intégrer soit conçu en conséquence. Voir le manuel intitulé "Systèmes à vidange temporaire de moyenne à forte capacité" (étape II) pour les informations relatives à l'utilisation des capteurs Sol-Pro dans un système à vidange temporaire.

## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 2. Description du système

La conception des chauffe-eau à boucle fermée utilisant des capteurs Sol-Pro suit dans l'ensemble celle des systèmes décrits dans les étapes I et II. Elle en diffère sur les points suivants:

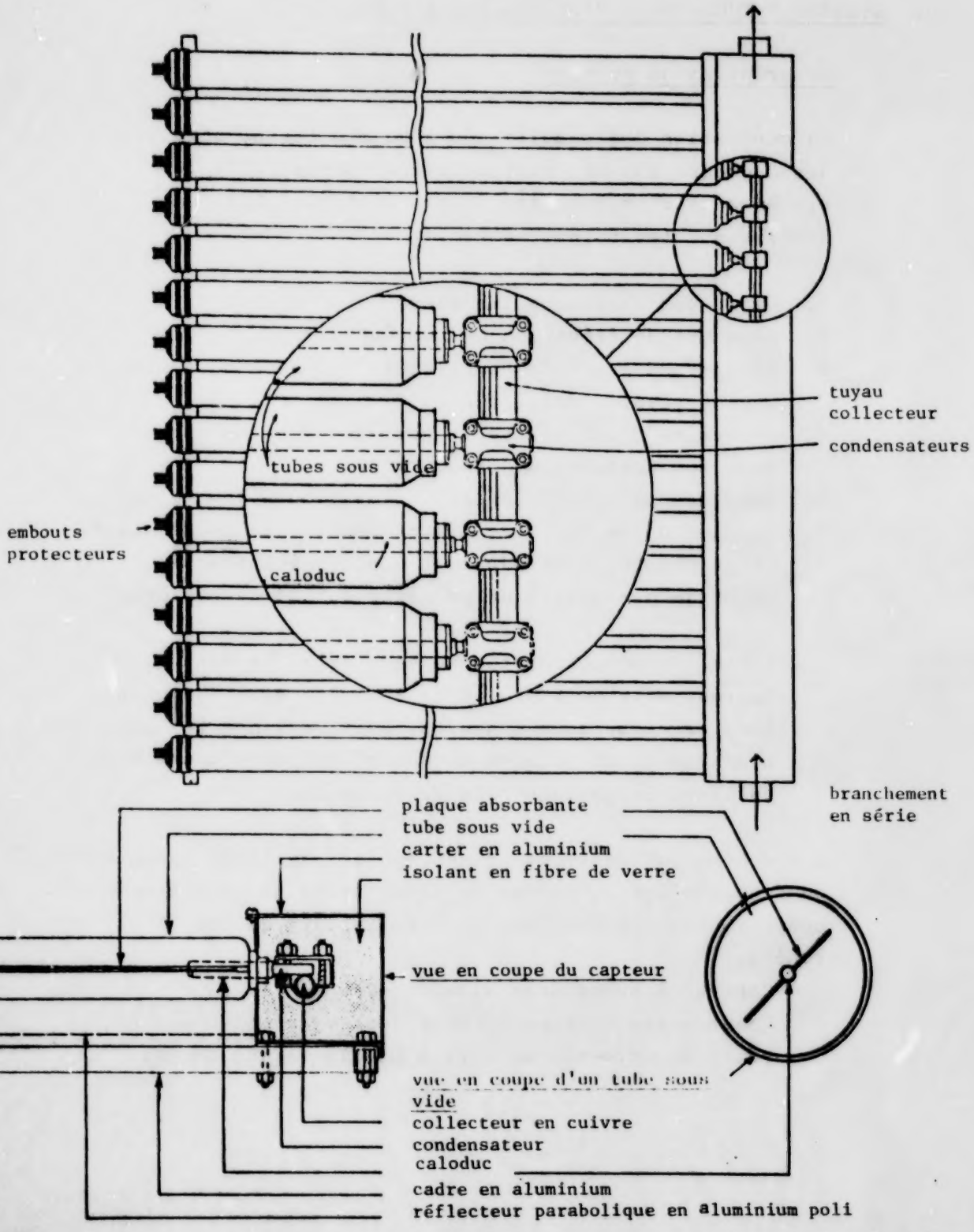
1. débit par capteur moins élevé
2. plus grande élévation de température
3. plus grand écart de température commandant la mise en marche (typiquement 15 à 20°C)
4. nécessité d'une minuterie pour réduire les cycles dans les systèmes à grande capacité.
5. dans les petits systèmes, utilisation d'une minuterie au lieu d'une commande à différentiel de température. Cette minuterie est de type électromécanique à pilotage par quartz et se règle sur 24 heures comme suit:
   l'été, la pompe fonctionne sans arrêt pendant 12 heures, soit de 6 h à 18 h; l'hiver, elle fonctionne sans arrêt pendant 8 heures, soit de 8 h à 16 h. L'alimentation de secours en cas de panne du secteur est assurée par une pile de 72 heures.

3. Les schémas qui suivent présentent des systèmes typiques où figurent les commandes et instruments de monitorage opérationnel recommandés. Voici la liste de ces schémas:

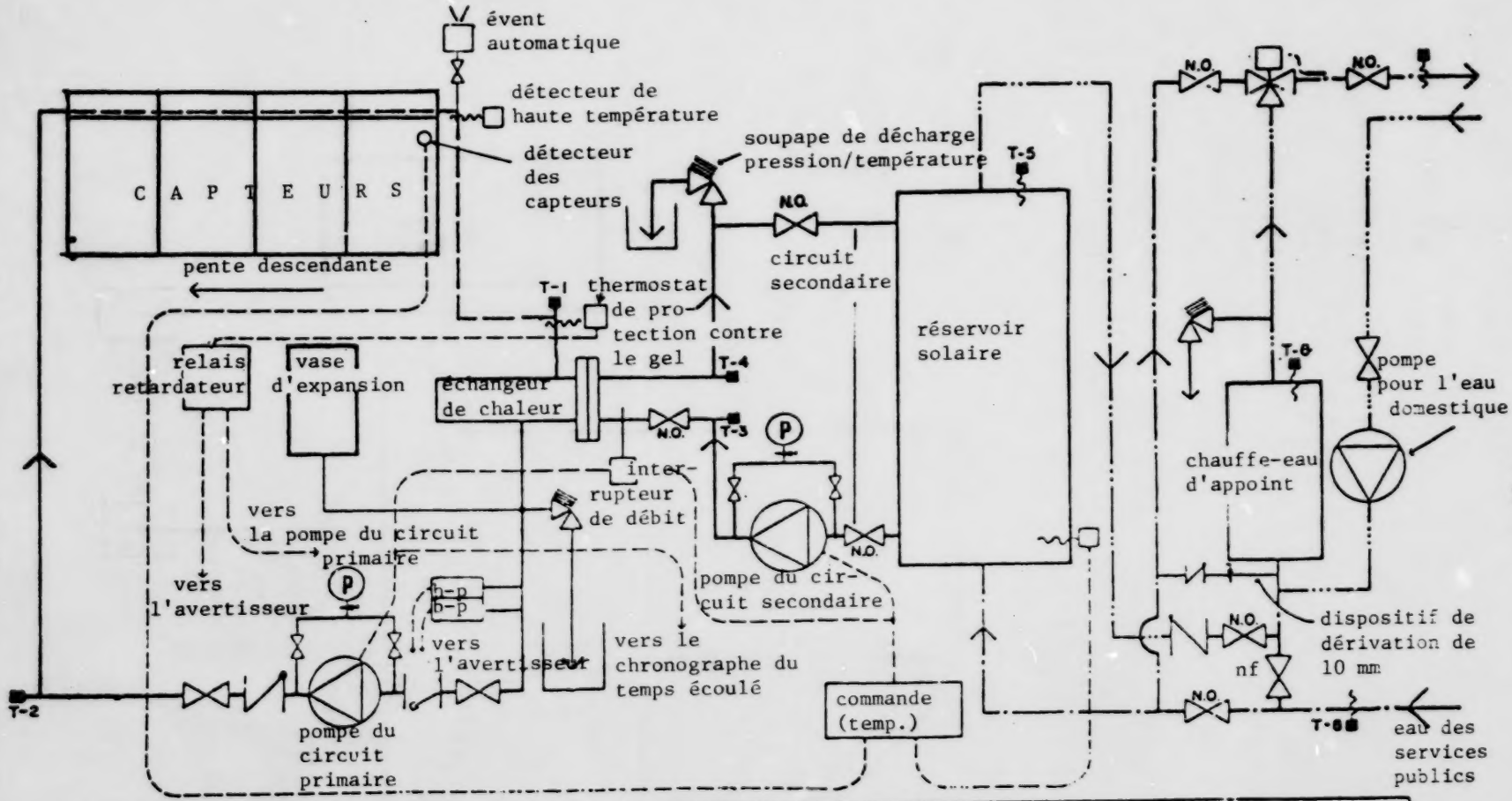
   Capteur à tubes sous vide Sol-Pro
   Chauffe-eau solaire à tubes sous vide Sol-Pro
   Petit chauffe-eau solaire à boucle fermée Sol-Pro

## CAPTEUR A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

(Philips vtr 141,261 etc)



CHAUFFE-EAU SOLAIRE A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO




INDICATEURS DU SYSTEME
- pompe primaire en marche
- pompe secondaire marche
- avertisseur - haute temp.
- avertisseur - basse temp.
- avertisseur - basse press.
- avertisseur - haute press.
- réenclenchement (avertis.)

temps écoulé | cycles

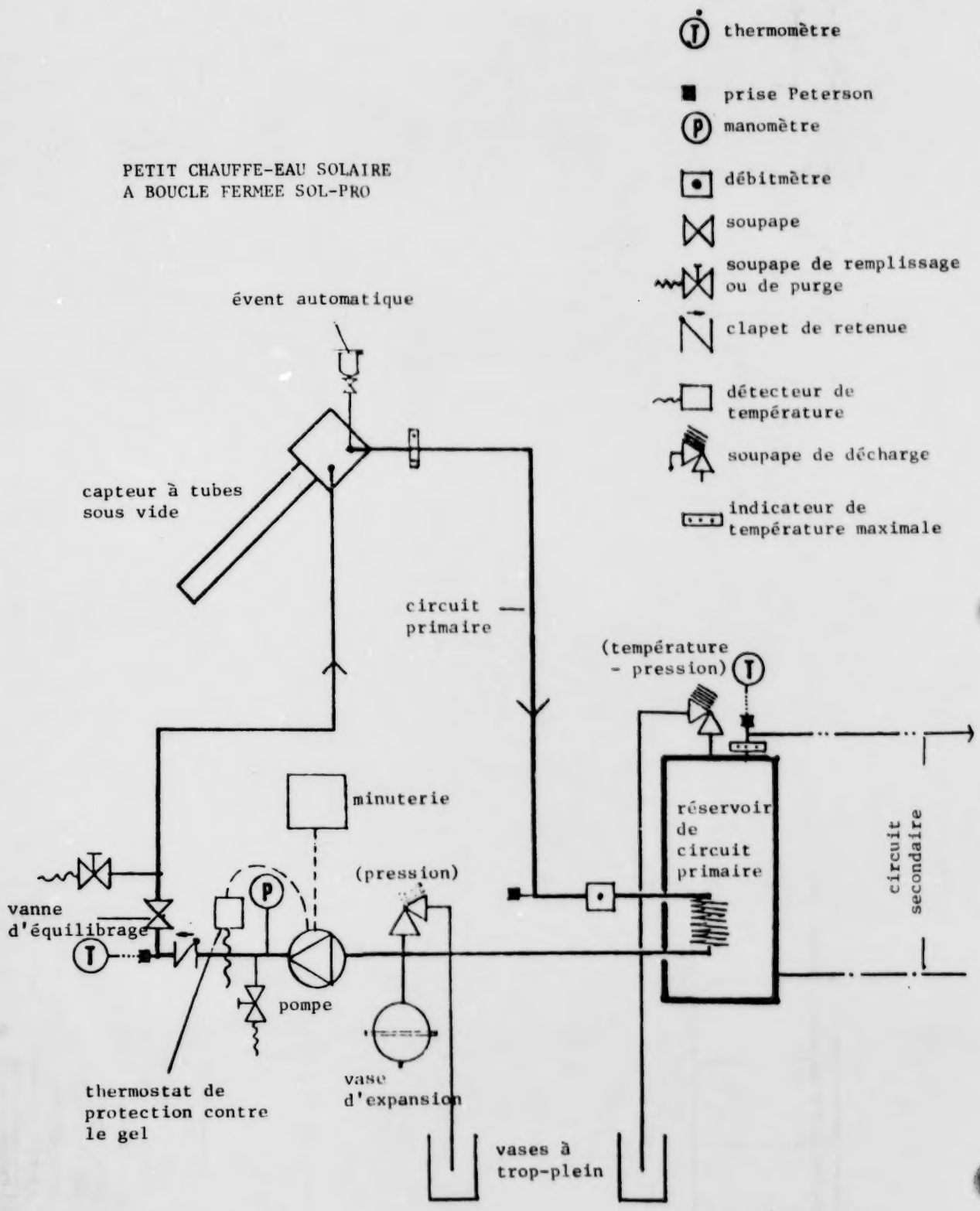
vers l'avertisseaur sonore distant

AFFICHAGE DE TEMPERATURE
1 canalisation de retour du capteur/circuit primaire
2 canalisation d'alimentation du capteur
3 échangeur de chaleur/circuit 2/intérieur
4 échangeur de chaleur/circuit 2/extérieur
5 réservoir de stockage
6 chauffe-eau d'appoint
7 alimentation en eau chaude domestique
8 alimentation en eau froide

21.05 — affichage numérique

sélecteur rotatif

PETIT CHAUFFE-EAU SOLAIRE
A BOUCLE FERMEE SOL-PRO



## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 4. Paramètres d'exploitation (Systèmes de moyenne à forte capacité)

| | |
|---|---|
| Débit nominal | Pour plusieurs capteurs branchés en série sur un collecteur de 25,4 mm: 1,0 l/minute par capteur et minimum de 4,5 l/minute dans le collecteur |
| Température maximale du circuit primaire: | |
| Chauffe-eau basse température | 95°C |
| Chauffe-eau haute température | 115°C |
| Pression maximale d'exploitation: | Pression nominale du circuit primaire |
| Élévation approximative de la température du fluide (été-midi-jour ensoleillé-débit nominal): | 20°C |
| Liquide: | Large gamme de liquides comprenant glycol et eau |

## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 4. Paramètres d'exploitation (Systèmes de moyenne à forte capacité)

Dans un système à boucle fermée équipé de capteurs à tubes sous vide Sol-Pro, il faut que la pompe du circuit primaire fonctionne sans arrêt pendant les heures d'ensoleillement. Il n'est donc pas question de munir le système d'un détecteur qui arrête la pompe quand le liquide atteint une température limite car l'inactivité des capteurs pourrait avoir les conséquences suivantes:

- formation de vapeur dans le collecteur
- perte d'antigel par la soupape de décharge
- introduction d'air et d'oxygène
- manque de circulation
- décomposition prématurée de l'antigel
- dommages dus au gel
- corrosion des éléments du système

Par contre, les capteurs Sol-Pro peuvent rester inactifs dans les systèmes à vidange temporaire pourvu que le liquide utilisé dans le circuit primaire soit de l'eau. Dans ce cas cependant, il convient de placer sur le collecteur un détecteur de haute température qui arrête la pompe quand la température du liquide dépasse 110°C, faute de quoi le collecteur peut subir un choc thermique, des coups de bélier ou une évaporation instantanée.

## (B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

Les recommandations qui suivent s'appliquent principalement aux systèmes de moyenne à forte capacité, c'est-à-dire aux systèmes où la régulation automatique et le monitorage sont essentiels. Prière de se reporter au manuel intitulé "Systèmes à boucle fermée" (étape I) pour les recommandations relatives à l'instrumentation simplifiée des petits systèmes.

1. Indicateurs de température:

Il est nécessaire d'avoir des indicateurs de température pour les vérifications régulières et pour le dépistage de conditions anormales de fonctionnement.

L'expérience a montré que les thermomètres bimétalliques et les thermomètres à liquide qu'on trouve sur le marché sont de peu d'utilité dans un système à énergie solaire. Ces instruments ne restent généralement pas étalonnés et la comparaison des températures du caloporteur n'a donc pas de signification.

Les plages de température de fonctionnement dans les circuits primaire et secondaire sont relativement étendues, par ex. de 5°C à 95°C. Les températures relatives, ou les différentiels de température, entre les circuits d'alimentation et de retour, et les températures d'approche entre les circuits primaire et secondaire, cependant, sont petites dans les systèmes à boucle fermée utilisant des tubes sous vide.

- Durant un ensoleillement maximal, l'écart de température entre l'alimentation et le retour au capteur se situe habituellement entre 4°C et 20°C.

- L'écart habituel entre l'alimentation et le retour au capteur est de 2°C à 10°C par temps ensoleillé.

- Le différentiel de température entre l'alimentation et le retour du circuit secondaire varie entre 0°C et 10°C.

B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

5. Lignes directrices pour l'instrumentation

1. Indicateurs de température: (suite)

et

- La température d'approche entre le retour du circuit primaire (boucle du capteur) et l'alimentation du circuit secondaire (quittant l'échangeur de chaleur) fluctue généralement entre 0°C et 20°C.

En plus de la connaissance des niveaux de température des circuits primaire et secondaire, la connaissance des différentiels de température mentionnés précédemment indique à l'opérateur si son système de chauffage solaire fonctionne correctement. Étant donné que les différentiels de température à l'intérieur des boucles primaire et secondaire sont petits (de 0°C à 20°C), mais qu'ils peuvent se produire n'importe où dans la plage de fonctionnement de 5°C à 95°C du système, il faut des détecteurs d'une linéarité et d'une précision exceptionnelles, afin d'obtenir des mesures qui soient significatives.

Dans le cas d'un différentiel de température de 8 à 10°C, par exemple, deux mesures d'une précision de plus ou moins 0,5°C produiront une lecture en deçà de 1°C, soit 10 p. cent de la valeur réelle. Pour le monitorage du rendement d'une installation, une telle précision est considérée comme minimale.

## B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 1. Principaux types de détecteurs de température

Voir le manuel des systèmes à boucle fermée de moyenne à forte capacité (Étape II) pour une description détaillée des détecteurs de température à liquide, à bilame, à thermocouple, à thermistor, à circuit intégré et à DTR de platine.

#### 2. Installation des détecteurs

Il est recommandé d'installer tous les détecteurs de température dans des gaines en acier inoxydable placées dans les raccords en té du système. Ces gaines doivent être remplies d'un composé au silicone conducteur de chaleur de façon à garantir la précision des mesures. Ce mode d'installation présente l'avantage de permettre l'entretien, le remplacement et l'étalonnage des détecteurs sans aucune perte du caloporteur. Cependant, dans les petits systèmes, il est préférable d'utiliser des prises Peterson dans lesquelles on peut introduire une sonde thermométrique ou manométrique.

#### 3. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs

Des dispositions doivent être prises à chaque groupe individuel de capteurs afin de permettre que des mesures de la température de retour des capteurs soient prises. Au cours de la mise en service du système, ces dispositions permettront de faciliter

B) SYSTÈME A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

5. Lignes directrices pour l'instrumentation

3. Dispositions à prendre pour équilibrer l'eau dans les groupes de capteurs (suite)

l'équilibrage de l'eau dans le but d'assurer un écoulement uniforme à travers les capteurs. L'équilibrage doit être fait pendant une journée ensoleillée et alors que le système fonctionne. Idéalement, chaque groupe de capteurs doit indiquer le même différentiel de température entre l'alimentation et le retour, une fois que le système est équilibré. Durant le fonctionnement, on doit effectuer des vérifications périodiques afin de s'assurer que l'écoulement est toujours uniforme.

Un déséquilibre de température peut aussi indiquer qu'un bouchon d'air s'est formé dans un groupe de capteurs ou que des tubes sous vide font défaut; ceci peut se produire après une période de stagnation. Par conséquent, il est recommandé d'installer un puits de thermomètre ou une prise Peterson pouvant permettre l'insertion d'une sonde électronique portative, à la sortie de chaque groupe de capteurs.

4. Avertisseurs de haute température

Si le fluide ne circule pas pendant les périodes d'ensoleillement, le capteur sera en période de stagnation. Le fluide contenu dans les collecteurs peut alors atteindre des températures dépassant 100°C et il est possible que l'antigel se transforme en vapeur. Par conséquent, la pression du système peut

(B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

5. Lignes directrices pour l'instrumentation

4. Avertisseurs de haute température (suite)

augmenter et une partie du caloporteur peut s'échapper par la soupape de décharge. Un capteur en période de stagnation est aussi exposé à une dilatation thermique croissante et à des risques de fuites.

Dans un système muni d'évents automatiques, l'antigel peut s'échapper sous forme de vapeur. (Chaque évent doit normalement être muni d'un robinet d'arrêt.) Dans les gros systèmes, il est recommandé d'installer dans le tuyau, aussi près que possible de la sortie du capteur désigné, un détecteur de température qui déclenchera un signal d'alarme chaque fois que la température dépassera 95°C.

5. Manomètres:

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée)

Un manomètre doit être installé entre les vannes d'inversion de cycle à la sortie de la pompe du circuit primaire. Il doit pouvoir mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement de la pompe, dans les conditions suivantes:

1. Quand la pompe est arrêtée, le manomètre indiquera la pression statique du système.

(B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

5. Lignes directrices pour l'instrumentation

5. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

2. Quand la pompe fonctionne, (si le vase d'expansion est raccordé près du côté aspiration de la pompe), le manomètre indiquera la hauteur d'élévation de la pompe plus la pression statique du système.

3. La différence entre ces deux lectures représente la hauteur d'élevation de la pompe.

4. On peut aussi utiliser le manomètre pour déterminer s'il y a écoulement dans la boucle primaire en formant manuellement l'un des robinets installés dans la boucle primaire, pendant que la pompe est en marche. Une fois que le robinet est fermé, la pression de refoulement devrait monter légèrement. La pression résultante indiquera la pression statique du système plus la charge à débit nul. Cet essai ne doit cependant pas être effectué de façon régulière, mais plutôt comme technique de détection des pannes. Afin d'empêcher la pompe de surchauffer, on ne doit pas laisser le robinet fermé pendant une longue période de temps.

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 5. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

On utilise aussi le manomètre pour la charge et la mise sous pression initiales du circuit primaire. La "pression de remplissage" ou pression minimale admissible en service est calculée par l'ingénieur qui a conçu le système et elle varie d'une installation à l'autre. A mesure que la température du caloporteur dans la boucle fermée augmente, la pression dans le système augmente.

Il existe une relation de cohérence entre la température du caloporteur dans la boucle fermée et la pression du système. Cette relation devrait être déterminée et enregistrée pour fins de comparaison pendant la mise en service de l'installation. Cette relation est davantage marquée pour les systèmes à gros volume des édifices plus élevés.

Si cette relation change, c'est qu'il y a un changement dans la quantité de caloporteur contenue dans la boucle fermée. Du caloporteur peut s'être échappé par:

- la soupape de décharge
- l'évent
- les joints d'étanchéité de la pompe
- une fuite dans la tuyauterie

(B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

5. Lignes directrices pour l'instrumentation

5. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

- une fuite dans l'échangeur de chaleur
- un vase d'expansion défectueux - saturé d'eau.

S'il existe une pression anormalement basse, soit sous la pression de remplissage établie, le système peut ne pas être pressurisé par rapport à l'atmosphère au sommet de la boucle; il peut exister un vide et un entraînement d'air est possible. Dans ce cas, il faut ajouter du caloporteur et purger l'air du circuit.

S'il existe une pression anormalement élevée et que la soupape de décharge a évacué du caloporteur, les raisons pourraient être les suivantes:

- pression de remplissage d'origine réglée trop haut;

- la pompe ne fonctionne pas - les capteurs surchauffent, donnant lieu à une accumulation possible de vapeur; conditions de stagnation;

- absence de circulation dans la boucle fermée;

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 5. Manomètres: (suite)

a) Pompe du circuit primaire - (Boucle fermée) (suite)

- vase d'expansion défectueux - saturé d'eau;

- vase d'expansion trop petit pour le système;

- température du système anormalement élevée, captage excessif d'énergie solaire - formation possible de vapeur dans les capteurs.

b) Échangeur de chaleur

On considère comme facultative l'installation d'un manomètre qui mesure la baisse de pression du fluide du circuit primaire quand ce dernier traverse l'échangeur de chaleur. Il convient alors de remplacer le manomètre par un orifice ou une prise Peterson.

On peut utiliser les manomètres pour détecter une variation dans la pression différentielle due à l'encrassement ou à l'obstruction de l'échangeur de chaleur. Une baisse croissante de pression dans l'échangeur de chaleur réduirait automatiquement l'écoulement dans la boucle primaire, ce qui entraînerait une augmentation du différentiel de température en service entre les canalisations d'alimentation et de retour des capteurs.

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 5. Manomètres: (suite)

c) Pompe du circuit secondaire

On doit installer un manomètre et des vannes d'inversion de cycle afin de faciliter la lecture de la pression d'aspiration et de la pression de refoulement.

#### 6. Avertisseur de basse et de haute pression

Pour que la boucle fermée (le circuit primaire) fonctionne correctement, la pression du système ne doit pas dépasser certaines limites prescrites.

Dans les gros systèmes, il est recommandé d'installer un détecteur de pression avec contacts de haute et de basse pression et de le relier au panneau indicateur de l'état du système de façon à ce qu'il déclenche une alarme.

#### 7. Chronographe (temps écoulé) - Pomps du circuit primaire

Un chronographe indiquant le temps de fonctionnement accumulé de la pompe du circuit primaire fournira à l'opérateur une indication acceptable du rendement du système à énergie solaire. En observant régulièrement le temps de fonctionnement accumulé, on peut détecter les problèmes de fonctionnement du système de commande et, en particulier, un fonctionnement continu anormal qui entraîne un gaspillage d'énergie.

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 7. Chronographe (temps écoulé) - Pomps du circuit primaire (suite)

Il est inutile d'installer un chronographe dans les petits systèmes car les cycles y sont commandés par une minuterie et le temps de fonctionnement est constant.

#### 8. Compteur de cycles

Le compteur de cycles est un dispositif électro-mécanique qui indique le nombre de cycles marche-arrêt de la pompe de la boucle primaire. Ce dispositif relativement peu coûteux est très utile pour établir les réglages initiaux du différentiel de température qui mettent en marche et arrêtent les pompes de circulation. De plus, on peut utiliser le compteur de cycles pour détecter les cycles anormaux ou irréguliers dus à des connexions intermittentes.

Dans les systèmes commandés par minuterie, il ne doit y avoir qu'un seul cycle par jour.

#### 9. Protection contre le gel

Il est essentiel d'effectuer un monitorage régulier des propriétés physiques et chimiques du caloporteur afin de s'assurer que le circuit primaire est protégé contre le gel. On doit consulter le manuel "Systèmes autonomes en boucle fermée" au sujet du monitorage et de l'entretien de l'antigel.

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 9. Protection contre le gel (suite)

On doit envisager d'installer une protection automatique contre le gel pour le circuit secondaire à cause des risques de gel sous certaines conditions anormales:

a) Le circuit secondaire de l'échangeur de chaleur peut être exposé au gel si la pompe du circuit primaire fonctionne sans qu'on puisse la contrôler.

b) Il est possible que le circuit secondaire gèle lors du démarrage de la pompe du circuit primaire ou lors de ses cycles subséquents s'il y a une trop grande quantité d'antigel dans les tuyaux exposés sur le toit.

Cependant, si l'eau circule toujours dans la boucle secondaire quand la pompe du circuit primaire fonctionne, les risques de gel sont réduits de beaucoup.

Recommandations pour la protection contre le gel

1. La pompe du circuit primaire ne doit pouvoir fonctionner que s'il y a écoulement dans le circuit secondaire.

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 5. Lignes directrices pour l'instrumentation

#### 9. Protection contre le gel (suite)

2. On doit régler à 5°C le thermostat de protection contre le gel, installé dans la canalisation de retour des capteurs près de l'échangeur de chaleur, qui arrête la pompe du circuit primaire.

3. Le relais temporisé doit être réglé entre 1 et 5 minutes pour retarder l'arrêt de la pompe et le déclenchement du signal d'alarme, afin d'empêcher les déclenchements inutiles lors de la mise en marche. Les systèmes dont la tuyauterie exposée à l'extérieur (sur le toit) contient une grande quantité d'antigel requièrent un retard plus long que les systèmes qui ont moins de tuyaux exposés à l'extérieur.

4. Des signaux visuel et sonore doivent annoncer l'arrêt du système lors de "Conditions de gel".

## (B) SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO E-100

### 6. Méthodes d'entretien et de monitorage opérationnel

L'ensemble des instruments fournis pour le monitorage opérationnel et considérés comme équipement de base doit être de type et de précision permettant de fournir assez de renseignements à l'opérateur pour qu'il puisse effectuer régulièrement des diagnostics, étalonner et régler les commandes et assurer que le signal d'alarme sera déclenché en temps voulu.

La liste des points de vérification de l'opérateur peut servir à enregistrer les conditions de fonctionnement et à faire des analyses du fonctionnement. On peut l'allonger ou la modifier selon la conception du système utilisé. La fréquence d'utilisation dépend de la complexité du système et de son rendement.

Le calendrier d'entretien donne pour chacun des éléments du système la liste des opérations recommandées avec leur fréquence. On peut lui ajouter certaines recommandations du fabricant ou le modifier pour tenir compte des particularités du système considéré.

Le tableau des problèmes de fonctionnement s'emploie au moment du dépannage.

La liste de points de vérification de l'opérateur peut également servir à détecter les problèmes de fonctionnement. La section "lignes directrices pour l'opérateur" explique chaque commande et instrument de monitorage en fonction des concepts présentés dans le manuel. Elle a pour but d'aider l'opérateur à régler et contrôler le système, à localiser les dérangements et à apporter les correctifs appropriés.

# CHAUFFE-EAU SOLAIRE A BOUCLE FERMEE ET A TUBES SOUS VIDE

## LISTE DE POINTS DE VÉRIFICATION DE L'OPÉRATEUR

PROJET: FABRICANT DU SYSTÈME:

OPÉRATEUR: MOIS: ANNÉE:

| Date et heure | Condition de temp. (en cocher une) A | S | C | Temp. extér. approx. (°C) | Syst. en circ. oui ou non | Pompe en marche P I V | S E C | Températures (°C) Échangeur de chaleur Primaire ENT T-1 | Primaire SORT T-2 | Secondaire ENT T-3 | Secondaire SORT T-4 | Réservoir de stockage Solaire T-5 | Réservoir de stockage D'appoint T-6 | Alimentation en eau Chaude T-7 | Alimentation en eau Froide T-8 | Prise du syst. (après circ. prim.) | Temps écoulé (heures et dixièmes d'heure) | Nombre de cycles mesurés par le compteur | Avertisseurs de système De haute limite oui ou non | De basse limite oui ou non | Niveau de liquide 1 | Niveau de liquide 2 | Absence d'écoulement oui ou non | Vase à trop-plein (sec/mouillé) Boucle fermée | Réserv. solaire stock. | oui ou non: Eau ajoutée | Fuites visibles oui ou non |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A: Ensoleillé
B: Partiellement ensoleillé
C: Nuageux, sans soleil

SR79/B

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| Système complet | Liste des points de vérification | x | x | x | x | x | Plus souvent au début, au besoin par la suite. |
| CAPTEURS: | | | | | | | |
| Tubes | Examiner les tubes, vérifier s'il y a fuite, bris ou surchauffe. Les tubes doivent être frais au toucher par temps ensoleillé. Remplacer tout tube chaud. | | x | | | | Le getter de baryum qui se trouve à l'extérieur du tube vire au blanc quand l'eau pénètre dans le tube. |
| | Enlever la neige. | | x | | | | Seulement pendant les mois d'hiver. |
| | Laver la partie extérieure avec de l'eau tiède savonneuse. | | | | | x | Laver également les réflecteurs, plus souvent si la saleté s'accumule. |
| Supports, montures et attaches | Examiner la structure, serrer les boulons, vérifier l'isolant et retoucher les marques de corrosion. | | | | | x | |
| Tuyauterie | Examiner les brides de suspension et les supports. Rectifier l'inclinaison des tuyaux. | | | | | x | Si les tuyaux fléchissent, ajouter des supports. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **CAPTEURS:** (suite) | | | | | | | |
| | Vérifier si l'écoulement est équilibré dans chaque groupe de capteurs (gros systèmes). La marche à suivre pour l'équilibrage est expliquée en détail dans les documents relatifs à la mise en marche et au monitorage du Bureau des programmes solaires. | | | | | x | A l'aide d'un thermomètre électrique étalonné, on peut mesurer la température à l'entrée ou à la sortie de chaque groupe. Il faut le faire un jour ensoleillé, vers midi, pendant que le système fonctionne. |
| | Examiner les manchons et l'isolant. Réparer les manchons à l'épreuve des intempéries s'il le faut. Remplacer l'isolant en fibre de verre s'il est mouillé. Vérifier si les manchons en plastique sont détériorés par les ultraviolets. | | | | | x | |
| | Examiner les raccords et les pénétrations dans le toit. | | | | | x | Utiliser de la soudure 95-5 pour réparer les tuyaux de cuivre. |
| Modules de commande | Examiner le câblage, les raccords et le montage des détecteurs. | | | | | x | Dans les petits systèmes, remplacer les détecteurs de température par des minuteries. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **VASE D'EXPANSION** | | | | | | | |
| Type diaphragme | Vidanger le système. Vérifier le préchargement. Si le vase est imbibé d'eau, le remplacer par un vase de type EPDM. | | | | | x | Habituellement 85 kPa, sinon selon les indications. |
| Type réservoir | Vérifier le niveau. Recharger au besoin. | | | x | | | Effectuer également *après signal avertisseur*. Normalement, la capacité des vases est prévue pour qu'ils soient au tiers pleins quand le liquide est froid et au deux tiers pleins quand le liquide atteint la la température maximale. |
| Type ouvert | Vérifier le niveau du liquide. Remplir au besoin. Si automatique, inspecter et nettoyer les sondes. | | | x | | | |
| **POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS** | | | | | | | |
| Moteurs | Vérifier l'ampérage, la température et les tours-minute. | | | | | x | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **POMPES ET COMMANDES DES MOTEURS** (suite) | | | | | | | |
| Contacteurs et commutateurs | Examiner les connexions et en vérifier la solidité. Vérifier s'il y a du piquage; remplacer les contacts. | | | | | x | |
| Roulements | Vérifier s'il y a des vibrations ou des bruits. Lubrifier. | | | | x | | Au besoin. |
| Joints étanches | Vérifier si les joints de carbone ou de céramique, les joints toriques et les joints plans fuient, sont usés ou font du bruit. | | | x | | | Suivre les recommandations du fabricant. Les remplacer s'ils fuient. |
| Raccords | Examiner le jeu. Resserrer s'il le faut. | | | x | | | |
| Montage et alignement | Vérifier, rectifier s'il le faut. | | | | | x | |
| Rotors | Vérifier s'ils font du bruit. Mesurer la pression engendrée. | | | | x | | |
| **ÉCHANGEUR DE CHALEUR** | Mesurer et noter la chute de pression dans le convertisseur. | | | x | | | |



SR118/A

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ÉCHANGEUR DE CHALEUR (suite | Suivre les recommandations du fabricant pour le nettoyage et l'inspection de l'appareil. Réparer si la chute de pression est supérieure de 20 p. 100 à la valeur initiale. | | | | | x | Échangeurs à calandre: passer un écouvillon dans les tubes des échangeurs à tête mobile. Pour les types à faisceau, utiliser un solvant chimique et rincer. Démonter les échangeurs à plaques et les nettoyer à l'aide d'une brosse en fibre; employer une solution de détergent ou de carbonate de sodium anhydre. |
| | Remplacer les garnitures. | | | | | | Au besoin. |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE | Examiner l'isolation des réservoirs. | | | | | x | |
| | Vérifier s'il y a des fissures, des déformations ou des traces de fusion sur les revêtements. Ces derniers doivent être identifiés et étiquetés. | | | | | x | Suivre les recommandations du fabricant pour les réparations. Les tolérances de température maximales et les exigences relatives à l'entretien et à la réparation varient beaucoup d'un réservoir à l'autre. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | Les revêtements de réservoirs typiques comprennent le ciment directement appliqué (on dit parfois que ces réservoirs sont "garnis de pierre"), le ciment appliqué sur treillis soudé, les enduits d'aluminate de calcium (par ex. "Alcrete", les parois de cuivr ajustées, les finis époxydes et les feuilles de plastique vinylique rapportées. | | | | | | Des nettoyages et rinçages fréquents sont bénéfiques pour tous les modèles. |
| | Vérifier l'état des anodes de magnésium et des autres dispositifs de protection contre la corrosion. | | | | | x | S'il y en a. |
| Revêtement de ciment | Vidanger, ouvrir le trou d'homme et examiner le revêtement avec attention. Colmater en suivant les recommandations du fabricant concernant la matière et la méthode à utiliser. Enlever les débris, rincer, remplacer la garniture s'il le faut, puis remplir. | | | | | x | Les mois d'hiver, un jour nuageux de préférence.<br><br>Fournir la ventilation et l'éclairage appropriés. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (suite) | | | | | | | |
| Revêtement de verre | Examiner le revêtement. Réparer ou remplacer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | Le faire seulement si le réservoir est bloqué ou si la corrosion, dont on voit des traces dans l'eau, provient du réservoir. |
| Revêtement de plastique (vinyl ou époxyde) | Vérifier s'il y a détérioration, fuite ou décoloration. Vidanger, enlever les débris et rincer. Réparer en suivant les recommandations du fabricant. | | | | | x | L'eau ne devrait pas s'infiltrer derrière ces revêtements. |
| Sondes et détecteurs | Les débrancher, les nettoyer et les vérifier manuellement si possible. | | | | | x | Les instruments montés sur des puits sont accessibles de l'extérieur. |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE | | | | | | | |
| Circuits primaire et secondaire | Examiner le montage, les brides de suspension et l'inclinaison. Vérifier s'il y a des fuites et si l'isolant est mouillé ou endommagé. | | | | | x | Réparer selon les besoins. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Soupapes | Faire fonctionner manuellement. Vérifier s'il y a des fuites dans la tige, etc. Examiner les joints étanches et les presse-étoupe. S'assurer qu'elles sont réglées aux positions équilibrées ou normales de travail (NO/NF). | | | | | x | Les remplacer s'il le faut. Les soupapges devraient porter des étiquettes indiquant leur fonction et leur réglage normal. |
| Clapets de retenue et soupapes casse-vide | Les ouvrir, les nettoyer et vérifier le fonctionnement si possible. Examiner les ressorts des soupapes actionnées par ressorts. | | | | | x | |
| Tamis | Les ouvrir, enlever le panier, nettoyer et rincer. | | | x | | x | Le faire plus souvent et si la chute de pression est importante. Le faire aussi pendant le démarrage. |
| Filtres à eau | Surveiller la chute de pression. | | | x | | | Remplacer le support ou la cartouche, selon les besoins. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | | | | | | | |
| Soupapes de décharge | Vérifier si l'orifice de sortie et le tuyau de décharge sont dégagés. Faire fonctionner manuellement les soupapes à levier. Vérifier le réglage des soupapes ajustables. | | | | | x | Remplacer le vase à trop plein placé sous le tuyau de sortie (s'il y en a un). |
| Évents | Pour les évents à entretenir, s'assurer de la propreté des flotteurs et des joints étanches. S'assurer également que les chapes d'évent ne sont pas trop serrées. Vérifier s'il y a des fuites. | | | | x | | Équiper d'un robinet d'arrêt après la mise en service. |
| Liquides | Vérifier la pression. Au besoin, ajouter de la solution d'antigel, dans les proportions prescrites. | | | | x | | S'il y a baisse du liquide à chaque observation, voir s'il y a des fuites dans les tuyaux, soupapes et évents. |
| | Vérifier si la couleur est normale et s'il y a des solides en suspension. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| ACCESSOIRES DE TUYAUTERIE (suite) | Mesurer la concentration d'antigel, le pH et l'alcalinité. Effectuer les essais et le traitement chimique convenant au liquide du système solaire considéré. | | | | | | Important avant l'hiver. Voir les lignes directrices à l'intention de l'opérateur à ce sujet. Effectuer également après un signal avertisseur de haute température et en cas d'inactivité présumée des capteurs. |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE | | | | | | | |
| Commande à différentiel de température | Vérifier, aux positions de commande "ARRÊT", "MANUEL" et "AUTOMATIQUE", la justesse des indications du système affichées. S'assurer du bon fonctionnement des pompes selon chaque réglage. | | | x | | | |
| | Fermer l'alimentation, puis la rétablir pour vérifier le démarrage de la commande. | | | x | | | Un jour ensoleillé de préférence. |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite) | | | | | | | |
| | Mesurer et régler les différentiels de température de la commande pour les positions "MARCHE" et "ARRÊT". | | | | | x | Certaines commandes sont munies d'affichages numériques ou électroniques; d'autres exigent l'installation de détecteurs dans des bains de température pour la vérification du point de consigne. |
| Panneau indicateur de l'état du système | Faire fonctionner et remettre à l'état initial tous les circuits des indicateurs et des avertisseurs du système (haut niveau d'eau, bas niveau d'eau, haute température, basse température, etc.) | | | | x | | |
| | Vérifier le bon fonctionnement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles. | | | x | | | |

## CALENDRIER D'ENTRETIEN - SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE SOL-PRO

| COMPOSANT | MARCHE A SUIVRE | INTERVALLE | | | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CHAQUE JOUR | CHAQUE SEMAINE | CHAQUE MOIS | DEUX FOIS PAR ANNÉE | CHAQUE ANNÉE | |
| **COMMANDES ET INSTRUMENTATION DE MONITORAGE (suite)** | | | | | | | |
| Panneau d'affichage des températures | Noter les températures à tous les points de détection et vérifier leur justesse (à la sortie du capteur-T, à l'entrée du capteur-T, etc.) | | x | | | | Les pompes doivent avoir fonctionné pendant plusieurs minutes avant que l'on procède aux mesures. |
| | Retirer les détecteurs des puits et vérifier l'étalonnage d'installation au point de congélation et au point d'ébullition de l'eau. | | | | | x | Il faut le faire au moins une fois pendant la durée de vie d'un système, et plus souvent si les détecteurs employés ne sont pas à DTR de platine. |
| Câblage d'alimentation | Vérifier si l'isolation présente des signes de rétrécissement ou de fragilité près des commandes des contacteurs et des moteurs. Examiner si les fils et conduits sont endommagés. | | | | | x | Des mauvais contacts de relais, des bornes desserrées ou un moteur surchargé peuvent provoquer un surchauffe du câblage; vérifier. |
| Câblage (des détecteurs) | Vérifier si les jonctions, les conduits de protection et les blindages sont en bon état. Desserrer, puis resserrer les vis de bornes. | | | | | x | |

## TABLEAU DES PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

Les petits chauffe-eau ne sont pas munis de tous les instruments de monitorage automatique spécifiés.

Pour contrôler le bon fonctionnement de ces systèmes, il convient donc d'utiliser les dispositifs d'inspection visuelle, tels que l'indicateur de débit et le chronographe du temps écoulé.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| POMPE: Ne fonctionne pas lorsqu'elle le doit. | - Alimentation coupée, fusible grillé ou disjoncteur déclenché.<br>- N'a pas été mise en marche par la commande.<br>- Moteur brûlé.<br>- Turbine grippée, bloquée ou débranchée.<br>- Problème électrique.<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du capteur.*<br>- Court-circuit dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.*<br>- Problème au niveau du système de commande. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Surchauffe du caloporteur.<br>- Accumulation de vapeur et perte de caloporteur.<br>- Conditions de stagnation:<br>- Panne accélérée d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | Interrupteur de débit et avertisseur.<br>Avertisseur de haute température du capteur.<br>Observation du chronographe.<br>Observation du compteur de cycles.<br>Observation des températures. |
| POMPE: Fonctionne lorsqu'elle ne le doit pas. | - Commande réglée à ouverture manuelle.<br>- Problèmes aux détecteurs ou à la commande.<br>- Interrupteurs défectueux.<br>- Câblage défectueux.<br>- Circuit fermé dans le câblage du détecteur du capteur*<br>- Circuit ouvert dans le câblage du détecteur du réservoir de stockage.*<br>- Problèmes au niveau du système de commande. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Gel du réservoir de stockage. | Avertisseur de basse température.<br>Thermostat de protection contre le gel pour arrêter la pompe.<br>Observation du chronographe.<br>Observation du compteur de cycles.<br>Observation des températures.<br>Observation de l'indicateur de débit. |
| VASE D'EXPANSION: | - Saturé d'eau ou diaphragme percé.<br>- De format insuffisant.<br>- Charge d'origine trop élevée.<br>- (Pression de remplissage trop élevée). | - Établissement de pression.<br>- Caloporteur dissipé.<br>- Entraînement d'air.<br>- Perte de circulation.<br>- Surchauffe de la pompe - moteur grippé. | Avertisseur de haute pression.<br>Avertisseur de basse pression.<br>Avertisseur de haute température du capteur.<br>Observation du manomètre.<br>Observation du vase à trop plein. |

* Les petits systèmes peuvent être commandés par minuterie.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT
(suite)

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| VASE D'EXPANSION (suite) | - Charge d'origine trop basse. | - Conditions de stagnation:<br>- Panne d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | |
| COMMANDE:<br>Ne fonctionne pas correctement. | - Non réglée correctement.<br>- Détecteurs desserrés.*<br>- Câblage défectueux.<br>- Composants électroniques défectueux.<br>- Interrupteurs défectueux. | - Inefficacité.<br>- Conditions de stagnation:<br>- Panne d'antigel.<br>- Corrosion.<br>- Dommage causé par le gel. | Avertisseur de haute température du capteur.<br>Avertisseur de basse température.<br>Observation du chronographe.<br>Observation du compteur de cycles.<br>Observation des températures.<br>Thermomètres.<br>Indicateur de température maximale des capteurs. |
| ÉVENT: | - Les robinets d'arrêt aux évents automatiques sont restés ouverts.<br>- La charge du système était trop basse au départ. | - Manque de circulation.<br>- Manque de captage de chaleur.<br>- La pompe surchauffe.<br>- Stagnation et dommages résultants. | Avertisseur de haute température du capteur.<br>Avertisseur de basse pression.<br>Observation des températures.<br>Vérification périodique de la hausse de température dans les groupes de capteurs<br>Observation des manomètres.<br>Observation de l'indicateur de débit. |
| PAS DE CIRCULATION:<br>Pompe en marche. | - Air emprisonné dans le circuit.<br>- Fuite dans la tuyauterie (caloporteur perdu).<br>- Section de la tuyauterie gelée.<br>- Blocage dans la tuyauterie.<br>- Turbine ou entraînement défectueux. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Stagnation et conséquences (voir ci-dessus).<br>- La pompe surchauffe. | Avertisseur de haute température du capteur.<br>Avertisseur de basse pression.<br>Observation des températures.<br>Observation des manomètres.<br>Observation de l'indicateur de débit. |
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE: | - Joint de soudure incorrect. | - Perte de pression dans le circuit. | Avertisseur de basse pression.<br>Avertisseur de haute température. |

* Les petits systèmes peuvent être commandés par une minuterie.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT
(suite)

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| FUITE DANS LA TUYAUTERIE (suite) | - Dilatation ou contraction causant un bris.<br>- Dommage causé par le gel.<br>- Corrosion. | - Pas de captage d'énergie solaire.<br>- Circulation d'eau faible ou nulle.<br>- Conditions de stagnation et conséquences.<br>- La pompe surchauffe. | Observation des manomètres.<br>Observation des températures.<br>Inspection visuelle.<br>Observation de l'indicateur de débit. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT PRIMAIRE | - Le caloporteur a perdu sa capacité de protection contre le gel. | - Pas d'écoulement.<br>- Bris dans la tuyauterie<br>- Perte de caloporteur. | Vérification régulière de la qualité de l'antigel. |
| DOMMAGE CAUSÉ PAR LE GEL AU CIRCUIT SECONDAIRE | - Le fonctionnement ne peut être commandé.<br>- Le (ou les) détecteur(s) sont desserré(s).<br>- La commande ou le détecteur sont défectueux.<br>- Le circuit secondaire de la pompe ne fonctionne pas.<br>- Défectuosité électrique. | - Échange de chaleur inversé.<br>- Dommages causés par le gel au réservoir et aux tuyaux du circuit secondaire.<br>- Inondation. | Avertisseur de basse température.<br>Les pompes sont verrouillées de sorte que la pompe du circuit primaire peut démarrer seulement lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne (interrupteur à débit).<br>Arrêt automatique de la pompe (thermostat de protection contre le gel). |
| SOUPAPE DE DÉCHARGE<br>Saute continuellement. | - Pression de remplissage trop élevée.<br>- Soupape de décharge défectueuse.<br>- Vase d'expansion saturé d'eau.<br>- Vase d'expansion trop petit pour le système. | - Perte de caloporteur.<br>- Entraînement d'air.<br>- Faible circulation du caloporteur.<br>- Conditions de stagnation et conséquences. | Avertisseur de haute pression.<br>Observation du niveau d'antigel dans le vase à trop-plein.<br>Observation du manomètre. |
| CONTAMINATION MUTUELLE<br>(système avec échangeur de chaleur direct) | - Fuite dans l'échangeur de chaleur. | - Perte de pression dans le système.<br>- Accroissement de pression dans le système. | Manomètre.<br>Avertisseur de haute pression.*<br>Avertisseur de basse pression.*<br>Vérification de la qualité de l'antigel<br>Vérification de la pression du circuit primaire au moins deux fois par année. |

* Solution partielle.

## PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT
(suite)

| SOURCE DU PROBLÈME | CAUSES POSSIBLES | CONSÉQUENCES | MONITORAGE DU RENDEMENT |
|---|---|---|---|
| CLAPET DE RETENUE<br>Bloqué en position ouverte | Saleté ou corps étranger dans le système | - Inversion de la circulation sous l'effet de la gravité. | Observation du débit. Vérification de la température des tuyaux. |
| Bloqué en position fermée | Saleté ou corps étranger dans le système | - Arrêt ou ralentissement de la circulation, inactivité des capteurs et conséquences qui en découlent. | Observation du débit, de la pression de pompage et des températures. |
| | | | |

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR
## SYSTÈMES A TUBES SOUS VIDE ET A BOUCLE FERMÉE

### 1. PÉRIODES ENSOLEILLÉES OU PARTIELLEMENT ENSOLEILLÉES

Le système à énergie solaire doit avoir des cycles de fonctionnement.

### 2. PÉRIODES NUAGEUSES OU SANS SOLEIL

Le système à énergie solaire aura des cycles de fonctionnement seulement si la température extérieure ambiante est suffisamment plus élevée que celle de l'eau qui entre dans le circuit ou que celle de l'eau au fond du réservoir de stockage solaire.

### 3. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Si le système ne fonctionne pas selon la description pour les conditions météorologiques ci-dessus, vérifier le disjoncteur principal et les disjoncteurs divisionnaires.

### 4. POMPES

#### 1. Pompe du circuit secondaire

La pompe du circuit primaire est mise en marche et arrêtée par la commande à différentiel de température. Les cycles doivent correspondre à ceux qui sont décrits aux paragraphes 1 et 3. SINON, vérifier:

- les connexions d'alimentation électrique, le relais du démarreur et le câblage
- les réglages de la commande à différentiel
- les connexions au détecteur et le circuit
- la commande

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 4. POMPES (suite)

#### 1. Pompe du circuit secondaire (suite)

Remarque: Si le thermostat de protection contre le gel a arrêté la pompe du circuit primaire, la pompe du circuit secondaire doit fonctionner tant que le contact est réalisé par la commande à différentiel.

#### 2. Pompe du circuit primaire

Cette pompe doit toujours fonctionner quand la pompe du circuit secondaire est en marche, sauf quand le thermostat de protection contre le gel l'a arrêtée.

Sinon, vérifier:

- si tous les appareils de robinetterie du circuit secondaire sont ouverts
- l'interrupteur à débit et le câblage de commmande
- le démarreur et le moteur de la pompe et le câblage d'alimentation du relais
- l'écoulement dans le circuit secondaire à l'aide du manomètre comme il est décrit au paragraphe 5.5.(a).4 (page ). S'il n'y a pas d'écoulement, vérifier le moteur, l'accouplement et la turbine de la pompe.
- si l'échangeur de chaleur ou les tuyaux ne sont pas obstrués.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 5. CHRONOGRAPHE (TEMPS ÉCOULÉ)

- Par une journée ensoleillée, le système devrait toujours fonctionner à quelques occasions. Le nombre d'heures que le système (la pompe) fonctionne dépend des facteurs suivants:

  a) la quantité d'eau chaude domestique utilisée
  b) le nombre d'heures d'ensoleillement
  c) la période de l'année
  d) la température extérieure

  Le système peut aussi fonctionner (effectuer des cycles) par temps nuageux, ou le soir, pourvu que la température de l'eau domestique qui entre dans le réservoir solaire soit beaucoup plus basse que la température ambiante extérieure. Ce temps de marche, cependant, devrait être très court. Si le chronographe indique un temps de marche excessif (plus de 10 heures par exemple par une journée ensoleillée), il est possible que les commandes soient défectueuses. Vérifier si les détecteurs de température ne seraient pas desserrés au capteur solaire ou au réservoir de stockage.

  Si le chronographe n'indique pas de temps de marche pendant les périodes ensoleillées, vérifier:

  a) si les détecteurs de température au capteur solaire et au réservoir de stockage sont desserrés ou débranchés;

  b) si le point de consigne de congélation est correct;

  c) si le système est fermé à cause du gel.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 6. COMPTEUR DE CYCLES

Cet instrument est utile pour détecter le cyclage excessif ou l'absence de cyclage de la pompe du circuit primaire.

Le cyclage excessif peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop rapprochés
- qu'il y a problèmes au niveau de la commande du système
- qu'il y a des connexions intermittentes

Une absence de cyclage ou un cyclage trop peu fréquent peut indiquer:

- que les réglages de la commande à différentiel de température du système sont trop larges
- qu'il y a des problèmes au niveau de la commande du système
- que des détecteurs de température sont ouverts ou court-circuités.

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS

Se reporter au schéma "Boucle fermée" à la page .

- La température à T-1 doit toujours être plus élevée que celle à T-2.
- Le différentiel de température ne doit pas dépasser 18°C à 20°C lors d'un ensoleillement maximal. Si le différentiel de température est plus élevé et que la boucle fonctionne à débit réduit, vérifier:

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

- si des appareils de robinetterie sont partiellement fermés
- si les filtres sont sales
- les limites de pression
- s'il y a des obstructions
- s'il y a des bouchons d'air
- s'il y a des problèmes au niveau de la pompe.

- Il doit toujours y avoir un petit différentiel de température lorsque la pompe fonctionne pendant les périodes ensoleillées. Dans le cas contraire, vérifier:

  - si des appareils de robinetterie de la boucle des capteurs sont fermés
  - si l'écoulement est empêché pour quelque raison que ce soit
  - si les capteurs sont recouverts de neige
  - s'il y a des bouchons d'air dans le système
  - si la pompe fonctionne hors des limites de pression
  - si la turbine de la pompe est désengagée
  - si la boucle des capteurs est gelée.

Les niveaux de température à T-1 et à T-2 varieront entre 5°C et 95°C. Des niveaux élevés de température indiquent qu'il y a une grande quantité d'eau chauffée par énergie solaire. S'il n'y a pas de consommation d'eau domestique, il peut en résulter un trop grand captage d'énergie solaire, ce qui peut entraîner des augmentations excessives de pression

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

et de température dans la boucle et un écoulement subséquent du caloporteur par les soupapes de décharge des circuits primaire et secondaire.

Il est recommandé de régler le système pour que la soupape de décharge pression-température du circuit secondaire s'ouvre avant celle du circuit primaire. C'est une protection contre les pertes d'antigel.

Lorsque la pompe du circuit secondaire fonctionne, la température à T-4 doit toujours être plus élevée que la température à T-3. Dans le cas contraire, il est possible qu'il n'y ait pas d'écoulement dans le circuit secondaire, que la pompe du circuit ait été arrêtée à cause des "Conditions de gel" ou qu'il y ait un problème au niveau de la commande du système qui entraînerait un échange de chaleur inversé.

La température à T-4 doit toujours être inférieure à la température à T-1, tant que les pompes fonctionnent.

Les températures 1, 2, 3, 8, et peut-être la température 5 peuvent être près de la température de la pièce pendant les périodes où il n'y a pas d'écoulement dans les circuits.

T-5 indique la température de l'eau emmagasinée. Cette température varie habituellement entre 5°C (s'il y a une grande demande d'eau domestique sans captage d'énergie solaire) et 80°C (s'il n'y a qu'une faible demande ou aucune demande d'eau domestique et un captage maximal d'énergie solaire).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 7. TEMPÉRATURES DANS LES CIRCUITS (suite)

T-6 indique la température de l'eau emmagasinée dans le chauffe-eau d'appoint, réglée normalement entre 50°C et 80°C.

T-7 indique la température de l'eau chaude domestique, maintenue normalement entre 45°C et 70°C.

T-8 indique la température de l'eau froide qui entre dans le système.

### 8. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS

L'étalonnage de tous les détecteurs de température, tels qu'ils sont installés dans le système, peut permettre à un opérateur de surveiller et d'entretenir un circuit d'eau chaude domestique à énergie solaire avec une efficacité, une précision et une assurance toujours croissantes. On peut effectuer l'étalonnage facilement, à l'aide de matériaux faciles à se procurer, au point de congélation de l'eau (0°C) et au point d'ébullition de l'eau (100°C), selon la pression atmosphérique:

On place de la glace concassée ou broyée dans un thermos à ouverture large qui contient de l'eau froide. On laisse le mélange se stabiliser. En autant que des quantités importantes de glace et d'eau sont présentes, la température du mélange atteint rapidement 0°C (à $\pm$ 0,1°C) et n'est que peu influencée par la température ambiante et par la pression atmosphérique. On retire

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

8. ÉTALONNAGE DES DÉTECTEURS (suite)

les sondes de monitorage de la température de leurs puits, une à la fois, et on les place dans le thermos (près de leur emplacement d'origine) et, après une période de stabilisation, on peut lire la température sur l'indicateur central.

S'il est possible de faire le réglage au zéro, chaque canal de détecteur doit être réglé pour indiquer 0,0°C quand la sonde qui lui correspond est plongée dans le bain d'eau et de glace; dans le cas contraire, on doit noter et indiquer clairement l'erreur observée à 0°C (soit: T-1 est trop élevé de 0,3°C, T-2 est trop bas de 0,5°C, etc.).

On emploie la même méthode de base pour l'étalonnage au point d'ébullition, sauf qu'on utilise de l'eau qui bout fortement sur une plaque chauffante, et qu'on doit faire les corrections nécessaires relatives à la pression atmosphérique.

La pression "atmosphérique normale" est de 101,3 kPa; le point d'ébullition de l'eau baisse d'environ 0,3°C pour chaque réduction de 1 kPa de pression et augmente de 0,3°C pour chaque augmentation de 1 kPa de pression. Si la pression en un lieu est de 100 kPa, on peut s'attendre à ce que l'eau bout à environ 99,6°C. On détermine donc le point d'ébullition "réel", puis on corrige l'erreur du détecteur ou on la prend en note, tel que requis.

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

### 9. PRESSIONS DANS LE SYSTÈME

La pression dans la boucle primaire variera entre la pression minimale de remplissage (quand le système est froid) et la pression maximale de service (quand le système est chaud). Des problèmes peuvent se poser si la pression est trop basse ou trop élevée:

Une pression trop basse peut produire un vide dans les parties élevées de la boucle, ce qui peut causer un entraînement d'air, etc.

Une pression trop élevée peut entraîner un débordement.

L'avertisseur de haute et de basse pression indique que les pressions de service sont anormales.

Si l'avertisseur de haute pression se déclenche:

- vérifier si le point de réglage de l'avertisseur est correct
- vérifier si le capteur est en période de stagnation ou si la pompe est en panne
- vérifier si l'eau domestique du circuit fuit dans la boucle fermée par l'échangeur de chaleur.

Une pression anormalement élevée peut également résulter d'une défectuosité du vase d'expansion ou de problèmes de préchargement du système, tels qu'une charge d'air trop élevée, un affaissement de la membrane dans l'installation d'origine, ou un système dont la charge est trop élevée à l'origine (démarrage à froid).

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

9. PRESSIONS DANS LE SYSTÈME (suite)

Si l'avertisseur de basse pression se déclenche:

- vérifier si le point de réglage de l'avertisseur est correct
- vérifier dans le vase à trop-plein s'il y a eu une perte d'antigel
- vérifier s'il y a des fuites dans la tuyauterie, les capteurs ou l'échangeur de chaleur
- vérifier si le vase d'expansion est en panne.

La pression indiquée par le manomètre sur la pompe du circuit secondaire varie avec les fluctuations de la pression de l'eau de la municipalité. On utilise ce manomètre pour mesurer le rendement de la pompe.

10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL

Cet instrument doit être réglé à 5°C; il protège le circuit secondaire de l'échangeur de chaleur contre les dommages causés par le gel et arrête la pompe du circuit primaire par le biais d'un relais temporisé. Ce relais temporisé est réglé de façon à empêcher le cyclage inutile lors des mises en marche par temps très froid. Pendant les conditions de gel, la pompe du circuit secondaire fonctionne aussi longtemps que la commande indique un captage d'énergie solaire utile.

Le relais temporisé peut nécessiter un réglage sur une plus longue période afin de tenir compte des bouchons de

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

10. THERMOSTAT DE PROTECTION CONTRE LE GEL (suite)

caloporteur froid qui peuvent se former dans les parties exposées de la boucle primaire.

11. THERMOSTAT LIMITEUR DE HAUTE TEMPÉRATURE DES CAPTEURS

Le thermostat limiteur de haute température des capteurs doit être réglé de façon à déclencher un signal d'alarme lorsqu'il détecte des températures qui dépassent 95°C. Les températures peuvent être anormalement élevées à cause:

- d'un disjoncteur des pompes qui a sauté ou qui a été déclenché
- d'une absence d'écoulement dans les capteurs
- de bouchons d'air dans le système
- d'une absence de mise sous pression dans la partie supérieure des capteurs
- de pompes qui ne fonctionnent pas
- d'un filtre sale ou d'une obstruction dans la tuyauterie
- de problèmes au niveau de la commande du système

12. CALOPORTEUR

Le circuit primaire est chargé avec une solution de propylène glycol et d'eau à laquelle on a ajouté un inhibiteur de corrosion.

Plus la température du caloporteur dans la boucle est basse et plus la présence d'oxygène est faible, meilleure sera sa stabilité physique et chimique. Avec des températures élevées en présence d'oxygène libre ou en solution, la

## LIGNES DIRECTRICES DE L'OPÉRATEUR

12. CALOPORTEUR (suite)

réaction d'oxydation de la solution de glycol est accélérée, ce qui diminue l'efficacité des inhibiteurs de corrosion et d'oxydation de même que l'efficacité (protection contre le gel) de l'antigel.

La durée de la capacité de protection contre le gel et contre la corrosion de la solution varie d'un système à l'autre.

Il est essentiel de vérifier régulièrement les propriétés physiques et chimiques du caloporteur afin de garantir une protection adéquate contre le gel et la corrosion. (Se reporter au manuel "Système autonome en boucle fermée".)

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

1. Affichage de la température

1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau:

| | |
|---|---|
| Plage: | de 0°C à 100°C |
| Résolution: | 0,1°C minimum |
| Précision: | 0,1% de l'échelle ± 1 chiffre (max. 0,2°C) à 20°C |
| Stabilité: | 100 ppm/°C |
| Type: | Détecteur de température à résistance standard en platine (DIN 43760), compensée par 3 ou 4 fils à résistance. |
| Temps d'échantillonnage: | 1 s maximum |
| | Diode à segments à émission lumineuse ou affichage lumineux à cristaux liquides, chiffres d'une hauteur minimale de mm. |
| Autres: | L'affichage doit être protégé des dommages qui pourraient lui être causés:<br>- si le conducteur du DTR est ouvert<br>- si le conducteur du DTR est court-circuité<br>- si le DTR est court-circuité au conducteur c.a. |

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

1. Affichage de la température (suite)

   1. Affichage numérique de la température pour montage sur panneau: (suite)

      Fournisseurs: Appareil de mesure de DTR modèle 199 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA

      Indicateur numérique 3½, modèle 410A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

      Voyant de DTR modèle PDAW-48 de Enercorp, P.O. Box 20, Station U, Toronto, Ont.

      Voyant de DTR ELS/analogique thermo-électrique, 12 Rutherford, South Brampton, Ont.

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau:

   Le sélecteur doit avoir dix positions, une faible résistance (inférieure à 0,01Ω ); il doit être bipolaire ou tripolaire, à chevauchement avec bornes filetées et approprié au mesurage du DTR.

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

2. Sélecteur rotatif pour montage sur panneau: (suite)

Fournisseurs:

Sélecteur de DTR à contacts argent rotatif modèle OSW3-10 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA

Sélecteur tripolaire, 10 entrées, à bouton poussoir modèle 409A Doric, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

Sélecteur rotatif à 10 positions, à contacts or de Enercorp., P.O. Box 20 Station U, Toronto, Ont.

3. Câblage:

Le câblage doit être fait avec 3 ou 4 fils (selon le détecteur) non blindés, avec enveloppe de PVC et conducteurs n° 22 AWG toronnés et étamés (n° 8443 de Belden ou l'équivalent). Le câblage doit aller du panneau de commande jusqu'à un endroit près de l'installation du détecteur, sans jonction; il doit ensuite passer par un conduit flexible et être relié à la boîte de jonction fixée sur le puits de thermomètre. Le raccordement aux fils du DTR doit être fait à l'aide d'une plaque à bornes filetées. Le câblage apparent doit passer par un conduit métallique.

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

3. Câblage: (suite)

Fournisseurs: Electro Sonic Inc.,
1100 Gordon Baker Rd.,
Willowdale, Ont.

Cesco Électronique Ltée,
4050, rue Jean-Talon ouest,
Montréal (Québec)

4. Détecteurs de température:

Les détecteurs doivent être de type DTR en platine (DIN 43760), à éléments bobinés ou en couche mince montés dans une enveloppe rigide conductrice de chaleur, d'un diamètre maximal de 6,4 mm.

Précision minimale:

± 0,3°C à 0°C
± 0,6°C à 100°C

Fournisseurs: DTR en platine-100 modèle PR-12 de Omega Engineering, 1 Omega Drive, Stamford, Connecticut, USA

DTR en platine modèle RTS-30 Hycal, Intertechnology, 1 Scarsdale Rd., Don Mills, Ont.

ANNEXE A

Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

4. Détecteurs de température: (suite)

Fournisseurs: (suite)

DTR en platine-100 modèle Précision
de Enercorp, P.O. Box 20,
Station U, Toronto, Ont.

5. Montage du détecteur:

Les détecteurs DTR doivent être installés dans des puits en acier inoxydable sur les raccords en T, comme le montre le schéma du système. On doit utiliser un composé conducteur de chaleur au silicone pour assurer une bonne transmission de chaleur entre le caloporteur et l'élément. On doit fixer des boîtes de jonction ou des têtes métalliques aux puits de thermomètre afin de protéger le câblage et les jonctions de la boîte de connexion du détecteur. Ces boîtes doivent être conçues de façon à permettre l'accès aux détecteurs de température lors de l'entretien et du remplacement.

On doit utiliser un assemblage d'écrou et de presse-étoupe pour fixer le détecteur de température aux puits de thermomètre et pour réduire l'influence de la chaleur ambiante externe sur le détecteur.

Pour les puits de thermomètre installés sur des canalisations d'eau froide (T-3, T-4, T-5 et T-8 sur le schéma du système), on doit appliquer un composé d'étanchéité autour du point où les fils du détecteur traversent l'écrou de presse-étoupe, afin d'empêcher

5. Montage du détecteur: (suite)

qu'il se forme de la condensation dans le puits ainsi que les défaillances de l'élément qui pourraient en résulter.

6. Panneau indicateur de l'état du système

On doit fournir un panneau indicateur de l'état du système tel qu'illustré sur les schémas "des grands systèmes". Le panneau doit avoir approximativement 250 mm de hauteur sur 300 mm de largeur, avec une surface en "Lamacoid" noire ou foncée avec inscriptions gravées d'une hauteur de 12 mm, munie de voyants lumineux verts indiquant le fonctionnement, de voyants lumineux rouges d'avertisseur et d'un dispositif de réenclenchement de l'avertisseur. Prévoir des découpures qui permettront l'encastrement du chronographe (temps écoulé) et du compteur de cycles.

7. Thermostat de protection contre le gel

Équivalent au "Penn" de la série A19, unipolaire et à une direction, de 110 V, coupe le circuit lorsque la température chute. Plage réglable entre -15°C et 40°C et bouton de réenclenchement manuel. Assemblage de puits de bulbe et d'écrou de presse-étoupe, adaptateur N.P.T. de 12,5 mm et tige de 110 mm de longueur. Installé dans le puits de thermomètre dans la canalisation de retour du capteur et câblé pour arrêter la pompe du circuit primaire. Câblé également au panneau indicateur de l'état du système pour signaler une alarme.

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

8. Thermostat limiteur de haute température - Systèmes à vidange temporaire

   Équivalent au "Penn" A19 ABC11, avec puits. Plage de 38°C à 116°C, réglé à 90°C, muni d'un tube capillaire de détection et d'un puits, installé dans le réservoir à vidange temporaire. Relié par un relais à verrouillage pour arrêter la pompe primaire et signaler la haute température au panneau indicateur de l'état du système.

9. Thermostat limiteur de haute température - Systèmes à boucle fermée

   Équivalent au "Penn" A19 ANC, sous enveloppe imperméable, plage de 38°C à 121°C, réglé à 95°C, muni d'un tube capillaire de détection et d'un puits, installé à la sortie des capteurs. Le thermostat est relié au panneau indicateur de l'état du système de capteurs en passant par un relais à verrouillage afin de signaler la haute température des capteurs.

10. Avertisseur de bas niveau d'eau

    Équivalent à l'interrupteur à flotteur de niveau de liquide "Penn" F63AC-1, câblé pour fermer le circuit lorsque le niveau de liquide descend sous le niveau minimal requis. Il doit être câblé pour indiquer, sur le panneau indicateur de l'état du système, que le niveau est trop bas.

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

11. Avertisseur de haut niveau d'eau - Systèmes à vidange temporaire

Équivalent à l'interrupteur à flotteur de niveau de liquide "Penn" F63AC-1, câblé pour fermer le circuit quand le niveau d'eau s'éleve au-dessus du niveau maximal acceptable. Il doit être câblé pour indiquer, sur le panneau indicateur de l'état du système, que le niveau d'eau est trop élevé.

12. Avertisseur de haute et de basse pression - Systèmes à boucle fermée

Équivalent au manomètre à contact double "Winters", cadran de 150 mm, plage de 0 kPa à 700 kPa, muni de relais. L'aiguille de l'avertisseur est réglable sur toute la plage, avec vis-robinet. L'avertisseur est relié au panneau indicateur pour signaler les hautes et les basses pressions.

13. Interrupteurs à débit: Circuit Primaire - Systèmes à vidange temporaire
Circuit secondaire - Systèmes à boucle fermée

Équivalent au "Penn" F61KB-11, doit être installé dans le circuit primaire, câblé pour déclencher une alarme lorsqu'il n'y a pas d'écoulement et que la pompe fonctionne. Il doit aussi être câblé de façon à faire démarrer la pompe du circuit secondaire (systèmes à vidange temporaire) ou la pompe du circuit primaire (systèmes à boucle fermée) lorsqu'il y a écoulement.

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

### 14. Démarreurs de la pompe

Les démarreurs de pompe doivent être reliés aux voyants de fonctionnement du panneau indicateur.

### 15. Manomètres

Diamètre de face de 150 mm; boîtier en acier fini noir; muni d'une vis-robinet en laiton. La plage doit convenir aux paramètres de l'installation. Les manomètres doivent être équivalents au modèle "Trerice" ou au modèle "Winters". Ils doivent être munis de vannes d'inversion de cycle afin de mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement des pompes des circuits primaire et secondaire.

### 16. Vases à trop-plein

On doit installer en permanence des vases à trop-plein destinés à recevoir le caloporteur évacué par les soupapes de décharge pression-température des circuits d'eau primaire et secondaire. Capacité minimale: 10 litres.

### 17. Chronographe (temps écoulé)

Chronographe électromécanique de 110 V, à compteur entraîné par moteur synchrone c.a. avec indication à 6 chiffres de l'heure et des dixièmes d'heure, sans

## ANNEXE A

## Spécifications des instruments recommandés pour les chauffe-eau à tubes sous vide - moyenne à grande capacité

17. Chronographe (temps écoulé) (suite)

remise à zéro. Approuvé par l'ACNOR. Équivalent au Bach Simpson #1357 ETIF.

18. Compteur de cycles

Électromécanique, 110 V, sans réenclenchement, affichage à 6 chiffres au minimum, approuvé par l'ACNOR. Équivalent au "Hecon" AO-040. Hauteur minimale des chiffres: 5 mm. Approuvé par l'ACNOR.

## ANNEXE B

### Fluides caloporteurs pour systèmes de chauffage solaire

.1 Systèmes en boucle fermée

Tous les systèmes de chauffage solaire d'eau domestique conçus en boucle fermée exigent l'utilisation d'un liquide caloporteur à la fois incongelable et non corrosif; les fluides les plus couramment utilisés sont les mélanges antigels à base d'eau et de glycol. Deux différents glycols sont employés: le glycol propylénique et le glycol éthylénique. Cependant, comme ces produits possèdent des propriétés très différentes, il faut éviter de les confondre ou de les mélanger par inadvertance.

Tous les systèmes solaires utilisant des solutions de glycol devraient d'ailleurs porter une étiquette indiquant l'antigel requis.

Le glycol propylénique est employé dans la plupart des systèmes en raison de sa faible toxicité (voir la note technique n° 4 du Bureau des programmes solaires), et ce même s'il transmet une chaleur spécifique plus basse, s'il a une plus grande viscosité, et s'il coûte beaucoup plus cher que le glycol éthylénique.

Lorsqu'on a recours au glycol éthylénique, il faut utiliser des échangeurs de chaleur à double paroi pour éviter une contamination toxique. Il est aussi recommandé de consulter les codes provinciaux pertinents pour ce qui est de l'utilisation des échangeurs à simple paroi avec le glycol propylénique.

Dans tous les cas, il est important que les solutions à base de glycol contiennent des inhibiteurs d'oxydation, des tampons et un colorant aux teintes vives du même type que ceux qui sont utilisés dans les aliments. Il est également recommandé de communiquer avec les fabricants pour connaître les quantités d'additifs requises pour les mélanges antigels solaires. Par exemple, dans un mélange composé à 50 p. 100 de glycol et à 50 p. 100 d'eau, le pH devrait varier entre 7,5 et 9, et l'alcalinité résiduelle, entre 6 et 10.

Pour l'entretien courant des fluides, il est possible de se procurer auprès de certains fournisseurs des nécessaires d'essai comportant des bandes de papier (par ex. les bandes d'essai Dow conçues pour les antigels DOWFROST). Lorsqu'ils sont continuellement exposés à la chaleur et à l'oxygène pendant de longues périodes, les glycols tendent en effet à s'oxyder pour former des acides organiques qui contribuent non seulement à diminuer la protection contre le gel, mais aussi à corroder dangereusement les composants du système de plomberie. Si le

dommage est découvert assez tôt (avant que la solution ne devienne acide: pH<7), on peut ajouter des inhibiteurs et des tampons supplémentaires pour régénérer l'eau.

Il faudrait mesurer la concentration, le pH et l'alcalinité résiduelle des antigels au moins deux fois par année (au printemps et à l'automne) et plus souvent encore si des problèmes de perte de fluide, de stagnation ou d'accumulation excessive surgissent. La méthode la plus efficace pour vérifier la protection contre le gel assurée par le glycol consiste à employer un réfractomètre. De plus, il est essentiel de savoir de quel type de glycol il s'agit et qu'il n'existe aucun mélange contenant à la fois les deux types.

Lorsqu'on utilise le glycol éthylénique ou le glycol propylénique dans un système solaire en boucle fermée, il faut s'assurer que tous les composants, comme les joints, les réservoirs d'expansion à membrane, etc... sont compatibles avec la solution d'antigel. Les données actuelles indiquent que les réservoirs à membrane de caoutchouc EPDM et les composants munis de joints de caoutchouc EPDM ou Nordel offrent une résistance suffisante à long terme avec n'importe quel glycol.

On peut évaluer l'acidité du mélange d'eau et d'antigel en utilisant des bandes de papiers pouvant mesurer une gamme de pH assez limitée, ou encore un indicateur de pH électronique et portatif.

.2 Systèmes à vidange temporaire:

Les fluides caloporteurs utilisés dans les systèmes de chauffage solaire à vidange temporaire ne requièrent habituellement aucune protection contre le gel, car les capteurs et la tuyauterie externe sont vidés lorsque le système n'absorbe aucune chaleur (soit à l'aide d'un contrôleur de différentiel ou d'une minuterie, soit pendant la fermeture saisonnière).

Si toute la tuyauterie est conçue et installée de manière à assurer une vidange rapide (3 à 5 minutes) et qu'un thermostat de protection contre le gel est installé, aucun problème de gel important ne devrait se présenter. Toutefois, pour les grands systèmes semi-pressurisés à vidange temporaire, certains fabricants conseillent d'ajouter des mélanges contenant de 10 à 20 p. 100 de glycol comme protection supplémentaire contre le gel. Dans ces systèmes, il faut surveiller la concentration de glycol, le pH et l'alcalinité de la manière indiquée dans la section précédente. Il faut également s'efforcer de limiter l'admission d'air dans la boucle de circulation.

La plupart des systèmes de chauffage solaire d'eau domestique à vidange temporaire utilisent l'eau comme caloporteur. Il peut s'agir d'eau de robinet ordinaire, d'eau adoucie, d'eau déionisée, d'eau distillée ou d'eau traitée chimiquement, selon les caractéristiques de chaque système. Les sytèmes plus petits, vendus sous forme d'ensembles, emploient généralement de l'eau du robinet en raison de la faible quantité de fluide "captif" qui circule, et parce que toute la tuyauterie, les échangeurs de chaleur et les réservoirs sont en cuivre ou en plastique. Par ailleurs, les pertes par évaporation sont réduites aux petites quantités de vapeur qui s'échappent des lignes d'évent ou des viroles des réservoirs. Certains fabricants recommandent également d'ajouter une mince pellicule d'huile de silicone sur la surface du liquide contenu dans le réservoir de vidange.

Il est possible que certaines restrictions soient imposées en ce qui concerne la dureté de l'eau utilisée dans les sytèmes de chauffage solaire où l'eau domestique circule directement dans les capteurs. Les restrictions visent à prévenir les accumulations de calcium (piquage) et les pertes d'efficacité. Il peut également être nécessaire d'avoir recours à des adoucisseurs d'eau du type résine à échange de cations pour éliminer les ions métallliques de la solution.

Il est par ailleurs possible d'obtenir de l'eau déionisée par osmose inversée ou à l'aide d'un procédé utilisant des résines à double échange d'amions et de cations. L'eau traitée de cette manière présente une très faible concentration de solides et de minéraux en solution, ce qui permet de l'utiliser pour des applications critiques, par exemple dans les sytèmes de vidange temporaires comportant des capteurs à tubes sous vide.

Dans les grands systèmes solaires qui comportent des tuyaux d'acier noir de calibre 40 et divers autres composants de plomberie, on emploie fréquemment de l'eau adoucie ou déionisée à laquelle on ajoute des agents de neutralisation ou d'évacuation de l'oxygène, comme les nitrites, les bonates et l'hydrazine. On peut ajouter ces produits chimiques lors du chargement initial du système, mais il faut prévoir la possibilité d'en ajouter (par exemple à l'aide d'un dispositif d'alimentation de produits chimiques en dérivation) afin de permettre l'entretien et le traitement des fluides. Dans ces cas, il est conseillé d'obtenir les services et les recommandations d'une compagnie spécialisée dans le traitement chimique de l'eau afin de prolonger au maximum la durée des composants.

Le pH des systèmes contenant de l'eau est habituellement maintenu entre 7,5 et 8,5.

L'eau distillée, obtenue par ébullition de l'eau et condensation de la vapeur, ressemble à l'eau déionisée par le fait qu'elle est à peu près exempte de tout métal. Elle s'attaque donc aux métaux si on ne prend pas la précaution d'ajouter des produits chimiques. De plus, comme elle est en général plus coûteuse que l'eau déionisée, elle n'est pas souvent utilisée dans les systèmes solaires.

Lorsque les systèmes à vidange temporaire fonctionnent normalement, la perte d'eau devrait se limiter à la petite quantité de vapeur et de buée qui s'échappe des lignes d'évent, des joints des réservoirs, etc. Par ailleurs, les soupapes automatiques pour l'eau d'appoint ne sont pas recommandées pour des raisons de sécurité et d'entretien. Il est important que l'on puisse vérifier manuellement l'eau d'appoint pour permettre de déceler les fuites possibles et de s'assurer que l'eau ajoutée, surtout en quantité importante, est bien traitée chimiquement de la manière requise. Il est possible d'obtenir une filtration continue de l'eau dans les réservoirs de vidange des grands systèmes solaires, sans diminuer la hauteur de refoulement de la pompe principale, en utilisant une petite pompe de circulation, montée directement sur une branche de tuyau alimentée à partir du fond du réservoir, et qui refoule l'eau vers le milieu de ce dernier.

Lorsqu'on observe des accumulations de particules ou des changements de couleur importants dans les indicateurs de débit et de niveau, il faut changer complètement l'eau contenue dans la boucle principale et rincer parfaitement tout le système. Si l'accumulation de produits de corrosion ou la modification de la couleur (ou les deux) apparaissent d'une façon chronique, elles peuvent indiquer qu'il y a des problèmes d'infiltration d'air ou un défaut dans l'isolation diélectrique entre différents composants du système.

## ANNEXE C

## RÉFÉRENCES

Voici une liste partielle des sources d'information ayant servi à la rédaction des manuels d'entretien et de monitorage opérationnel des systèmes solaires.


Notices techniques du Bureau des programmes solaires, notamment les numéros 6, 9, 14, 20 et 21.

Fiches techniques (tous systèmes) de l'Association canadienne des industries solaires.

Dubin, F.S. et Raman, K., "Solar Systems Maintenance", ASHRAE Journal, décembre 1983.

Smith, R.O. et Meeker, J., "New England Electric's Solar Project", Solar Age, mars 1978.

Bureau des programmes solaires, "Guidelines for the Preparation of Start-up, Commissioning and Monitoring Procedures: Engineered Liquid Loop Systems", janvier 1984.

Rapports internes du Bureau des programmes d'énergie solaire du Conseil national de recherche sur les problèmes concernant l'essai, l'évaluation et l'entretien des petits chauffe-eau solaires à vidange temporaire et à boucle fermée.

Carscallen, B. (CNR), "Mountain Spring Evacuated Tube System", rapport technique présenté à l'International Energy Commission Conference, Australie, 1983.

Renseignements obtenus des fabricants, discussions avec ces derniers et étude sur place de nombreux chauffe-eau solaires installés à travers le pays.

POOR

QUALITY

ORIGINAL